



# Boletín Científico

II Seminario de Investigación

AÑO 2024



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

 **Centenaria**  
FACULTAD DE CIENCIAS  
QUÍMICAS Y FARMACIA



10 AÑOS DE CIENCIAS AL SERVICIO DE LA COMUNIDAD  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



**Dr. Juan Francisco Pérez Sabino**  
Decano en funciones

**Lcda. Liliana Vides de Urizar**  
Directora programa de EDC

**Lic. Erwin Emilio García Fuentes**  
Coordinador del Seminario

**Lic. Pablo Andrés Miranda Gularde**  
Diseñador

## ÍNDICE

### Química Biológica

- 05 - 13 Sensibilidad de tinciones Ziehl-Neelsen y Auramina-O para el diagnóstico de *Mycobacterium tuberculosis* en esputo de pacientes del hospital nacional de Puerto Barrios, validados por Xpert® MTB/RIF.
- 14 - 23 Evaluación de efectividad para Tamizaje Serológico de prueba anti-HBc por Quimioluminiscencia, realizado por PMTBS con el análisis por Electroquimioluminiscencia del banco de sangre del hospital regional de Cobán.
- 24 - 30 Tamizaje de la función renal en la población que asistió a la Jornada del riñón 2023 a través del examen bioquímico de orina.
- 31 - 35 Determinación de carbapenemasas en pacientes asintomáticos de la comunidad. Reporte de dos casos.
- 36 - 54 Evaluación de la efectividad del tratamiento convencional y/o alternativo en pacientes hiperglucémicos atendidos en laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca donde se realiza Ejercicio Profesional Supervisado de Química Biológica durante el periodo de agosto a noviembre del 2023.

### Química Farmacéutica

- 55 - 66 Automedicación en pacientes de la Unidad Nacional de Oftalmología de la Ciudad de Guatemala.
- 67 - 72 Propuesta de Educación Sanitaria en Cuatro Idiomas Mayas para pacientes de la Unidad de Hemato-Oncología de Adultos del Hospital Roosevelt.
- 73 - 77 Farmacogenética y farmacovigilancia de Tacrolimus en pacientes pediátricos guatemaltecos.
- 78 - 85 Evaluación del riesgo renal por AINES. intervención educativa en la clínica del niño sano.
- 86 - 92 Estudio de utilización de antibióticos carbapenémicos y ceftriaxona en Servicios Clínicos del Hospital Roosevelt de Guatemala.
- 93 - 99 Planteamiento de un programa de seguimiento farmacoterapéutico de pacientes pediátricos con diagnóstico de fibrosis quística en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II.

## **Biología**

- 100 - 111 Diagnóstico de la Colección Crustácea del Museo de Historia Natural, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- 112 - 123 Distribución altitudinal del ensamble de murciélagos en los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala.
- 124 - 132 Evaluación palinológica de mieles de las abejas *Geotrigona acapulconis* (Strand, 1919) y *Melipona beecheii* (Bennet, 1831) (Apidae: Meliponini) del oriente de Guatemala.

## **Nutrición**

- 133 - 141 Calidad nutritiva de los alimentos más vendidos y su riesgo de contaminación en seis hospitales públicos de Guatemala.
- 142 - 151 Evaluación de la calidad de prácticas de higiene en el almacenamiento, preparación y distribución de fórmulas nutricionales en cuatro hospitales públicos de Guatemala.
- 152 - 157 Determinación del nivel de preferencia de productos no Pareto de una empresa de conservas y congelados.

## **Química**

- 158 - 164 Determinación de fármacos veterinarios de la familia Nitrofuranos en matrices de leche fluida por medio de Cromatografía Líquida de Ultra-Alta Resolución UPLC.
- 165 - 171 Evaluación de la estabilidad del extracto colorante de Achiote (*Bixa orellana* L.) aplicado en un producto cosmético anhidro (lápis labial) y en uno acuoso (crema corporal) mediante formulaciones a nivel laboratorio.
- 172 - 177 Estudio Exploratorio: Determinación de acrilamida en panela artesanal de Guatemala.

# **SENSIBILIDAD DE TINCIÓNES ZIEHL-NEELSEN Y AURAMINA-O PARA EL DIAGNOSTICO DE MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS EN ESPUTO DE PACIENTES DEL HOSPITAL NACIONAL DE PUERTO BARRIOS, VALIDADOS POR XPERT® MTB/RIF.**

Sensitivity of Ziehl-Neelsen and Auramine-O stains for the diagnosis of *Mycobacterium tuberculosis* in sputum of patients from the national hospital of Puerto Barrios, validated by Xpert® MTB/RIF

Jessica Paola Ruiz Jiménez<sup>1,3</sup>, Evelyn Portillo<sup>2</sup>, Erwin Emilio García Fuentes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SubPrograma EPS de Química Biológica, Programa de EDC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala;

<sup>2</sup>Química Bióloga, Banco de Sangre, Hospital Regional de Cobán,

<sup>3</sup>Correspondencia: 3<sup>a</sup> calle 6-47 zona 1, ciudad de Guatemala, Guatemala. Tel. 22532213, correo: qbusaceps@gmail.com

## **RESUMEN**

Se validó la tinción Auramina O con microscopía de fluorescencia como el método estándar para la detección de bacilos de *Mycobacterium tuberculosis* en muestras de esputo de pacientes que asisten al Hospital Nacional de la Amistad Japón, para dicho análisis se comparó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo para la tinción Ziehl Neelsen y Auramina O, utilizando como método de validación Xpert® MTB/RIF reacción en cadena de la polimerasa, el cual presenta una sensibilidad y especificidad superior a ambas tinciones.

La tuberculosis representa un riesgo latente en la población guatemalteca debido a la facilidad en contagio y propagación de persona a persona, los principales síntomas incluyen fatiga, fiebre, sudoración, dolor torácico y constantes expectoraciones, el diagnóstico de tuberculosis ha sido un reto por muchos años, debido a la baja sensibilidad de las técnicas diagnósticas empleadas, en estas podemos mencionar la baciloscopia, el cultivo en medio sólido y el cultivo en medio líquido.

Para el presente estudio se tiñeron un total de 35 frotos con Ziehl Neelsen, técnica más común de diagnóstico en los distintos laboratorios del país, se basa en el uso del colorante principal carbol-fucsina con calor para solubilizar las ceras, lípidos y ácidos grasos presentes en la pared celular de las bacterias para permitir posteriormente el paso libre de los colorantes, a continuación al enfriar los componentes de la pared se vuelven a solidificar, el azul de metileno se utiliza como contra tinción, la principal desventaja de esta técnica es su baja sensibilidad debido a que el precipitado formado durante la misma pueden confundir al microscopista y generar en muchas ocasiones falsos positivos.

La tinción de Auramina O se basa en la afinidad de los ácidos micolicos de las paredes celulares de las micobacterias por los fluorocromos de la Auramina O, esta tinción tiene la ventaja de aumentar la visibilidad de los bacilos contra un fondo oscuro, no tiñe otras estructuras como precipitado lo cual disminuye la probabilidad del reporte de falsos positivos. En los indicadores calculados se evidencio que la tinción de Auramina presenta una sensibilidad de 89% especificidad de 96%, VVP 88%, VPN 96% que son considerablemente superiores a la sensibilidad de 44%, especificidad de 77%, VPP 40%, VPN 80% de la tinción Ziehl Neelsen, lo cual comprueba la hipótesis planteada al inicio de la investigación, demostrándose así la importancia diagnóstica de la tinción Auramina O para hospitales y laboratorios donde se manejan grandes cantidades de muestras para el diagnóstico de *Mycobacterium tuberculosis*.



## **ABSTRACT**

Auramine O staining was validated with fluorescent microscopy as the standard method for the detection of *Mycobacterium tuberculosis* bacilli in sputum samples from patients attending the Japan National Friendship Hospital, for this analysis the sensitivity, specificity, and predictive positive and negative values were compared for Ziehl Neelsen and Auramine O staining, Xpert® MTB/RIF polymerase chain reaction was used as a validation method, which has a higher sensitivity and specificity than both stains.

Tuberculosis represents a latent risk in the Guatemalan population due to the ease of infection and spread from person to person. The main symptoms include fatigue, fever, sweating, chest pain and constant expectorations. The diagnosis of tuberculosis has been a challenge for many years, due to the low sensitivity of the diagnostic techniques used, these include smear microscopy, culture in solid medium and culture in liquid medium.

For the present study, a total of 35 smears were stained with Ziehl Neelsen, the most common diagnostic technique, in different laboratories in the country. It is based on the use of the main dye carbol-fuchsin with heat to solubilize the waxes, lipids and fatty acids present in the cell wall of the bacteria to subsequently allow the free passage of the dyes, then upon cooling the wall components solidify again, methylene blue is used as a counterstain. The main disadvantage of this technique is its low sensitivity because the precipitate formed during it can confuse the microscopist and often generate false positives.

Auramine O staining is based on the affinity of the mycolic acids of the cell walls of mycobacteria for the fluorochromes of Auramine O. This stain has the advantage of increasing the visibility of the bacilli against a dark background; it does not stain other structures. as a precipitate which reduces the probability of reporting false positives. The calculated indicators showed that Auramine staining has a sensitivity of 89%, specificity of 96%, VVP 88%, NPV 96%, which are considerably higher than the sensitivity of 44%, specificity of 77%, PPV 40%, NPV 80% of the Ziehl Neelsen stain, which verifies the hypothesis raised at the beginning of the research, thus demonstrating the diagnostic importance of the Auramine O stain for hospitals and laboratories where large quantities of samples are handled for the diagnosis of *Mycobacterium tuberculosis*.

Keywords: Tuberculosis, Ziehl Neelsen, Auramine O, Stain, Xpert® MTB/RIF

## **INTRODUCCIÓN**

La tuberculosis es una enfermedad mortal que cada vez aumenta su incidencia en Guatemala, se trasfiere de persona a persona primariamente por las gotículas de una persona infectada que expulsa al toser, estornudar y hablar, los bacilos representan un peligro latente, ya que las gotículas son lo suficientemente pequeñas como para evaporarse y permanecer suspendidas en el aire varias horas pudiendo filtrarse de lugares a otros a través de las corrientes de aire y círculos de aire acondicionados. La tuberculosis pulmonar, originalmente suele pasar inadvertida, aflorando los primeros síntomas a las pocas semanas, los síntomas incluyen fatiga, fiebre, sudoración, expectoraciones a veces sanguinolentas y dolor torácico, la infección puede progresar y propagarse a otros órganos como el sistema nervioso central, sistema linfático y sistema circulatorio, genitourinario, gastrointestinal, huesos, articulaciones, piel, conociéndose estos como tuberculosis extra pulmonar, el diagnóstico de tuberculosis en el laboratorio ha representado un reto,

ya que las técnicas convencionales de diagnóstico no son lo suficientemente rápidas ni sensibles para el adecuado manejo y control de la enfermedad.

Las técnicas utilizadas para el diagnóstico de tuberculosis son la baciloscopía, el cultivo en medio sólido y el cultivo en medio líquido, sin embargo, estas técnicas presentan varias deficiencias, respecto a la baciloscopía posee poca sensibilidad, ya que requiere aproximadamente una cantidad considerable de bacilos por mililitro de muestra concentrada para la obtención de un resultado positivo, la tinción más utilizada en los laboratorios clínicos es la de Ziehl Neelsen, pero también es importante realizar técnicas más sensibles como fluorocrómicas (Auramina-rodamina), algunos estudios han demostrado que la tinción Auramina-O es más sensible que la tinción de Ziehl Neelsen ya que la Auramina se une a los ácidos micólicos presentes en la pared celular de las bacterias, las cuales presentan fluorescencia de color amarillo brillante ante el fondo oscuro debido a la propiedad de fotooxidación que poseen, una gran

ventaja es que sólo se observan los bacilos ácido-alcohol resistentes, no se muestran las células, ni otras bacterias negativas para la tinción. El presente estudio tiene como finalidad estandarizar el uso de la tinción Auramina O, para la detección de bacilos ácido alcohol resistente, mediante la comparación con la tinción más utilizada actualmente para la detección de Mycobacterium tuberculosis la cual corresponde a la tinción de Ziehl Neelsen, para legitimar dicho estudio se utilizará como método de validación la PCR en tiempo real.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

- Rejilla para colocar portaobjetos
- Mechero
- Cronómetro
- Láminas portaobjetos
- Láminas cubreobjetos
- Carbol Fucsina Fenicada
- Azul de metileno al 1%
- Solución decolorante
- Auramina-O al 0.1%
- Ácido- alcohol al 0.5%
- Azul de metileno al 0.3%
- Agua destilada
- Papel filtro
- Goteros
- Papel mayordomo
- Embudo de plástico
- Microscopio de fluorescencia
- Microscopio de luz
- Aceite de inmersión

### Métodos

- Se seleccionaron un total de 35 muestras de esputo provenientes de los diferentes servicios del hospital, medicina, cirugía, traumatología, maternidad, consulta externa, emergencia, unidad de cuidados intensivos y sala de operaciones, las cuales contaban con orden del médico tratante para realizar biología molecular con Gen Xpert TMB RIF
- Las muestras tanto positivas como negativas se tiñeron con Auramina O y Ziehl Neelsen, se procedieron a evaluar las láminas, para la primera tinción, Auramina O se utilizó un microscopio de fluorescencia, y para la tinción de Ziehl Neelsen se empleó un microscopio bifocal normal, los criterios utilizados para la observación de las láminas fueron; Se observaron 100 campos en cada lámina, en el caso donde no se observaron

bacilos ácido alcohol resistentes se reportaron como negativo, en las muestras reportadas como positivas se observaron un promedio de 20 campos en los casos donde se observaron más de 10 BAAR por campo, se observaron 50 campos en las muestras con 1 a 10 BAAR por campo y se observaron 100 campos en las muestras con menos de 1 BAAR por campo.

Diseño experimental. Se realizó la tabulación de datos y análisis estadístico, las variables a considerar incluyen sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de ambas tinciones, como método de cálculo se utilizó la estadística correspondiente al tipo de estudio, realizando cálculos de las muestras de acuerdo con las confirmadas con el método estándar (PCR en tiempo real), evaluando el desempeño de la tinción Auramina O y Ziehl Neelsen por medio del cálculo de los indicadores de validez, cálculo del índice de concordancia, para determinar si la técnica de Auramina O cumple con el desempeño y los objetivos planteados.

Aspectos Éticos. Para la presente investigación no se les solicita información a los pacientes, los datos necesarios se tomaron de las fichas que ingresan al laboratorio, no se utilizaron nombre ni apellidos porque estos datos se manejan mediante códigos alfanuméricos, por lo que no es necesario un consentimiento informado.

## RESULTADOS

Para comparar la sensibilidad de la tinción con microscopía de fluorescencia Auramina O y Ziehl Neelsen se recolectaron 35 muestras de esputo provenientes de pacientes que asistieron al laboratorio del Hospital Nacional de la Amistad Japón con sospecha clínica de tuberculosis, para la validez de dicho análisis se utilizó como método de validación PCR en tiempo real con la metodología Xpert® MTB/RIF, se calcularon valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP), valor predictivo negativo (VPN) e índice de Kappa para cada tinción. En el anexo 1 se plantean los casos positivos, negativos, dudosos y contaminados para la tinción Ziehl Neelsen, Auramina O y Gen Xpert, de 35 muestras 9 se consideraron como verdaderos positivos y 26 verdaderos negativos, estos resultados se obtuvieron a partir del método de referencia PCR con Gen Xpert, en el anexo 2, se observa la comparación del método de referencia con la tinción Auramina O, se evidencian los casos verdaderos positivos, falsos positivos, falsos negativos y verdaderos negativos, a continuación en la tabla 3 se observan los indicadores calculados a partir del análisis estadístico planteado

por Epidemiología. 2da Edición, Elsevier España, S.A. pp 71-92 (Gordis, 2005), para nuestro estudio se obtuvieron los siguientes resultados para la tinción de Auramina O, una sensibilidad del 89%, especificidad del 96%, valor predictivo positivo de 88%, valor predictivo negativo del 96% y un índice de concordancia de Kappa del 0.85.

De igual manera en el anexo 4 se evidencia el desempeño de la tinción Ziehl Neelsen comparada con el método de referencia Xpert® MTB/RIF, observándose en este caso la discordancia entre los verdaderos positivos y falsos negativos para dicha tinción con el método de Xpert® MTB/RIF, a continuación en el anexo de investigación 5 se exponen los indicadores de validez del protocolo con tinción de Ziehl Neelsen, en los cuales se evidencian los siguientes resultados, sensibilidad de 44%, especificidad de 77%, valor predictivo positivo de 40%, valor predictivo negativo 80% y finalmente el índice de Kappa que corresponde al 0.45 considerado así como regular según Epidemiología de Gordis del 2005.

## DISCUSIÓN

La metodología de validación de ensayo Xpert® MTB/RIF trabaja en base a la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real automatizada, se decidió utilizar dicho ensayo porque identifica el complejo Mycobacterium tuberculosis y detecta las mutaciones más frecuentes en el gen rpoB asociadas a resistencia a rifampicina, esta presenta valores de sensibilidad y especificidad globales de 88 y 99% respectivamente, la prueba está recomendada para todas las muestras pulmonares, expectoración espontánea e inducida, contenidos gástricos y lavados bronco alveolares (Herrera et al., 2017).

Con respecto al valor de sensibilidad, la tinción Auramina O fue superior en un 45% a la de Ziehl Neelsen, por tanto, se comprueba la hipótesis alterna planteada al inicio en la que se predecía que la tinción Auramina O sería 20% más sensible que la de Ziehl Neelsen para la detección de Mycobacterium tuberculosis en muestras de esputo, ya que la microscopía con fluorescencia permite la detección de frotos con baja cantidad de microorganismos, por tanto es un método confiable, rápido que puede ser utilizado en los laboratorios que manejan grandes cantidades de muestras de esputo y que cuentan con personal calificado, siempre y cuando se cuente con microscopio de fluorescencia y tinción para Auramina O (Ulukanligil et al., 2000), la sensibilidad representa un indicativo muy importante para la funcionalidad de un método, ya que representa la proporción de individuos clasificados como positivos en base a un estándar de oro, el valor

que puede asumir la sensibilidad varía entre 0 a 100%, es decir cuanto más alto es el valor, hay una mejor capacidad en la detección de enfermos en la prueba, una sensibilidad baja produce pérdida de casos que pudieran ser tratados, siendo los mismos fuente de infección para la comunidad, por lo anterior, puede afirmarse que una prueba ideal es aquella que tiene una alta sensibilidad, ya que identifica correctamente una alta proporción de individuos realmente expuestos o enfermos (Alejo & Cuevas, 2010).

Se calculó la especificidad para ambas tinciones Auramina O y Ziehl Neelsen siendo superior nuevamente la primera, el valor de especificidad nos indica la proporción de los individuos clasificados como negativos por el estándar de oro que se identifican correctamente con la prueba en estudio (Alejo et al., 2010), la tinción Ziehl Neelsen posee menor sensibilidad por lo tanto la probabilidad de obtener falsos positivos con dicha tinción es mayor esto debido al precipitado de colorante que se forma en las láminas, propiciando esto muchas veces a confusión con bacilos ácido alcohol resistentes sobre todo en personal de laboratorio poco capacitado.

Para reforzar la validez de los resultados del presente estudio, se calculó el valor predictivo positivo (VPP) como representante de la probabilidad de que una persona con resultado positivo en la prueba de estudio tenga la característica de interés, por tanto, entre más alto el valor el pronóstico será más valioso (Alejo et al., 2010), Ziehl Neelsen presentó un VPP menor contra la tinción de Auramina O, de igual manera se calculó el valor predictivo negativo (VPN) como indicador de probabilidad de que una persona con un resultado negativo en la prueba en estudio no tenga la característica de interés, siendo este valor superior para Auramina O, la obtención de un resultado negativo permite entonces descartar con mayor seguridad la enfermedad, teniendo entonces la tinción Auramina O un valor predictivo negativo mayor. Finalmente, para descartar un análisis estadístico al azar se calculó el índice de concordancia de Kappa, obteniéndose un valor de 0.85 óptimo para Auramina O y 0.45 regular para Ziehl Neelsen, según Cortés et al., (2010), un índice igual a 1 significaría que la concordancia es perfecta y por tanto la proporción por azar es cero, mientras este valor suela disminuir existirá un total desacuerdo y entonces la proporción esperada se acerca al azar.

Como herramienta diagnóstica el microscopio de fluorescencia representa un gran valor para la investigación científica, ya que permite alcanzar altos niveles de sensibilidad y resolución microscópica, permitiendo la apreciación de microorganismos y estructuras celulares que normalmente pasarían desapercibidas (Narváez, 2018) como se demuestra en el presente estudio el uso del microscopio de fluorescencia representó un instrumento muy útil en la identificación de bacilos de Mycobacterium

tuberculosis, fue superior a la microscopía normal utilizada por décadas para la identificación de bacilos ácido alcohol resistentes.

Es importante mencionar las numerosas aplicaciones de la microscopía de fluorescencia en el laboratorio clínico, una de ellas es el marcaje de moléculas en células y tejidos para su caracterización e identificación, también es útil para el estudio de células normales y patológicas, además de los estudios inmunológicos (Narváez, 2018), la demanda en hospitales, centros de atención y puestos de salud aumentan con el paso de los años, por tanto es importante considerar la adquisición de nuevos equipos diagnósticos para mejorar la calidad de atención a la población guatemalteca, ya que debemos recordar que un diagnóstico certero es el punto de entrada al tratamiento adecuado.

## REFERENCIAS

- Abreu, M., Tejeda, J., Díaz, J., & Guach, R. (2021). Infecciones nosocomiales en la unidad de cuidados intensivos del hospital general de Gibara. Cuba. Recuperado de <http://www.revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/3776>
- Alamo, A. (2018). Tinción Auramina Rodamina. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/379355742/TINCION-AURAMINA-RODAMINA>
- Alejo, A & Cuevas, C. (2010). Sensibilidad y especificidad de una prueba. Validez y fiabilidad de las medidas de exposición y medición. Facultad de Psicología: México
- Álvarez, G. (2020). Código rojo: guía para el manejo de la hemorragia obstétrica. Colombia. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74342009000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74342009000100006)
- Arteta, A., Arias, L., Cadavid, C. (2022). Coloración de Ziehl-Neelsen en el laboratorio de patología, rendimiento y aporte diagnóstico en lavado bronco alveolar. Recuperado de <https://europepmc.org/article/med/30755580>
- Barriga, G., Solís, M., Aceves, A., López, L., Ramírez, F., Monzalvo, M., et al. (2014). Evaluación de la prueba GeneXpert MTB/RIF en el diagnóstico rápido de la tuberculosis y de la resistencia a rifampicina en muestras extrapulmonares. Revista Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio, 61(3), 140-144.
- Benbachir, M. (2018). Guía para el control de infecciones asociadas a la atención en salud, el papel del laboratorio de microbiología en el control de infecciones. Recuperado de <https://isid.org/guia/amr/microbiologia/#:~:text=E1%20laboratorio%20de%20microbiolog%C3%ADa%20de%20esempe%C3%B1a,reducir%20los%20costos%20de%20atenci%C3%B3n>
- Boehme, C., Nabeta, P., Hilleman, D., et al. (2010). Rapid molecular detection of tuberculosis and rifampin resistance. The New England Journal of Medicine, 363 (11), 1005-1015.
- Bush, L. (2022). Infecciones por Pseudomonas y patógenos relacionados. Recuperado de <https://www.msdsmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/bacilos-gramnegativos/infecciones-por-pseudomonas-y-pat%C3%B3genos-relacionados>
- Cuyán, L. (2015). Manejo de desechos sólidos hospitalarios en servicios de salud del nivel 2 de atención. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Delgadillo, J., Padilha, C & Ortiz, K. (2018). Los pros y contras de los métodos de diagnóstico microbiológico de tuberculosis. Bolivia: Universidad Nuestra Señora de la Paz.
- Escorche, A. (2020). La importancia de calibrar los equipos del laboratorio. Recuperado de <https://metriccontrol.com/la-importancia-de-calibrar-los-equipos-del-laboratorio/>
- Feldman, M & Otros. (2020). La tuberculosis en Estados Unidos. EE.UU. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7993554/>
- Feng, P., et al. (2022). Human supplementation with *Pediococcus acidilactici* GR-1 decreases heavy metals levels through modifying the gut microbiota and metabolome. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/s41522-022-00326-8>
- Gallardo, L. (2020). Tuberculosis pulmonar. Recuperado de <http://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://mendezeeditores.com.mx/uploads/pdf/Tuberculosis%20pulmonar.pdf>
- Gordis, L. (2005). Epidemiología. España: Elsevier, S.A.
- Graterol, O & Otros. (2016). Diseño del kit de tinción Ziehl Neelsen del Instituto Nacional de Higiene "Rafael

- Rangel". Venezuela: INHRR. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-04772016000100003#:~:text=La%20tinc%C3%B3n%20se%20basa%20en,mic%C3%B3licos%20presentes%20en%20la%20pared](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772016000100003#:~:text=La%20tinc%C3%B3n%20se%20basa%20en,mic%C3%B3licos%20presentes%20en%20la%20pared)
- Herrera, T et al., (2017). Manual operativo implementación del GeneXpert MTB/RIF en el programa de tuberculosis. Chile: Ministerio de Salud
- Herrero, N. (2022). Importancia del control de calidad de tercera opinión. México. Recuperado de <https://docplayer.es/3710209-Descubra-la-importancia-del-control-de-calidad-de-tercera-opinion.html>.
- INE. (2013). Caracterización departamental Izabal. Recuperado de <http://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2013/12/09/yx7930ejjglu8wq9hj3ldplkyfhjlfy.pdf>
- INE. (2018). XII Censo Nacional de Población y VII de vivienda. Recuperado de <https://www.censopoblacion.gt/censo2018/poblacion.php>
- Instituto de seguridad y bienestar laboral (2018). Importancia de las normas de bioseguridad. Recuperado de <http://prevencionar.com.pe/2018/08/16/importancia-de-las-normas-de-bioseguridad/>
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. (2022). Chequeos médicos anuales. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/issste/articulos/sabes-que-debe-incluir-un-chequeo-medico-anual?idiom=es#:~:text=Qu%C3%A9mica%20sangu%C3%A9nea,,existe%20una%20funci%C3%B3n%20renal%20disminuida>.
- Jiménez, I. (2022). La importancia de los exámenes de laboratorio clínico de rutina o de prevención. Recuperado de <https://labsalinas.com/2019/07/17/la-importancia-de-los-examenes-de-laboratorio-clinico-de-rutina-o-de-prevencion/#:~:text=El%20laboratorio%20cl%C3%ADnico%20de%20prevenci%C3%B3n,que%20el%20seguimiento%20del%20mismo>.
- Kamruzzaman, M. (2019). Una visión general de la epidemiología de la tuberculosis. Bangladesh: Mymensingh Medical Journal. Recuperado de <https://europepmc.org/article/med/30755580>
- Martinez, C., Constantin, A & Sanz, C. (2021). Infecciones nosocomiales derivadas de la asistencia sanitaria. España: Fundación Dialnet.
- Mendoza, T. (2020). Importancia del estudio del frotis de sangre periférica. México. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=74309>
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2019). Situación epidemiológica de la tuberculosis en Guatemala. Recuperado de <https://epidemiologia.mspas.gob.gt/phocadownload.php/boletin-semana-epidemiologica/Semepi-13.pdf>
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2021). Situación epidemiológica de la desnutrición aguda moderada y severa en niños menores de 5 años. Guatemala. Recuperado de <http://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/2021/salas-situacionales/desnutricion-aguda/DA-SE-17-2021.pdf>
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2022). Situación del Covid-19 en Guatemala. Guatemala. Recuperado de <https://covid19.gob.gt/semaforo.html>
- Moya, C & Montero, J. (2022). Tratamiento de infecciones graves por *Acinetobacter baumannii*. España: ELSEVIER.
- Municipalidad de Puerto Barrios Izabal. (2019). Plan Operativo Anual. Recuperado de <http://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://municipuertobarrios.gob.gt/wp-content/uploads/2019/03/Vision-y-Mision-Objetivos-Estrategicos-y-POA-2018.pdf>
- Navarro. R. (2020). Código rojo, un ejemplo de sistema de respuesta rápida. Colombia. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-33472010000100006#:~:text=Por%20lo%20tanto%2C%20el%20c%C3%B3digo,pa%C3%ADs%20\(48%2C49\)](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-33472010000100006#:~:text=Por%20lo%20tanto%2C%20el%20c%C3%B3digo,pa%C3%ADs%20(48%2C49)).
- Organización Panamericana de la Salud. (2022). Respuesta de la OPS a la Malaria. Recuperado de <https://www.paho.org/es/temas/malaria#:~:text=La%20malaria%20es%20una%20enfermedad,muchos%20de%20ellos%20ni%C3%B1os%20africanos>.
- PAHO. (2011). Preguntas frecuentes sobre el método Xpert® MTB/RIF. Recuperado de [http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2011/Preguntas\\_frecuentes\\_Xper\\_MTBRIF\\_final.pdf](http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2011/Preguntas_frecuentes_Xper_MTBRIF_final.pdf).
- Parra, J., Díaz, A & Callejas, A. (2022). Infecciones por enterococos. México: ELSEVIER.
- Polo, C & Otros. (2020). Guía para la vigilancia por laboratorio de tuberculosis. Colombia: Instituto Nacional de Salud. Recuperado de [http://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dssa.gov.co/images/laboratorio\\_salud\\_publica/mi](http://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dssa.gov.co/images/laboratorio_salud_publica/mi)

- cobacterias/Guia\_para\_la\_vigilancia\_por\_laboratorio\_de\_Tuberculosis\_2020\_compressed.pdf
- Ramos & Otros. (2018). La tuberculosis a través de la historia: un enemigo de la humanidad. Cuba. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2018000300353](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2018000300353)
- Rodríguez, M. (2018). Economía del municipio de Puerto Barrios Izabal. Guatemala. Recuperad de <https://www.deguate.com/departamentos/izabal/economia-del-municipio-de-puerto-barrios-izabal/>
- Rojas & Otros (2020). Estudio comparativo en la investigación de *Mycobacterium tuberculosis* mediante la técnica de Ziehl Neelsen y Auramina O en pacientes del Hospital de Alta Especialidad de Veracruz SSA a partir de expectoración. México. Recuperado de <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=115648>
- Sia, J & Rengarajan, J. (2018). Inmunología de las infecciones por *Mycobacterium tuberculosis*. Recuperado de <https://journals.asm.org/doi/10.1128/microbiolspec.GPP3-0022-2018>
- SINIP. (2020). Mejoramiento hospital amistad japon Guatemala, colonia san manuel, santo tomas de castilla, puerto barrios Izabal. Recuperado de <http://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/>[https://sistemas.segeplan.gob.gt/reports/rwservlet?snrbpb\\$bol eta&prm\\_proyecto=252962&prm\\_ejercicio=2020](https://sistemas.segeplan.gob.gt/reports/rwservlet?snrbpb$bol eta&prm_proyecto=252962&prm_ejercicio=2020)
- Sistema de Información Cultural. (2020). Hospital Nacional de la Amistad Japón-Guatemala, Puerto Barrios, Izabal, Guatemala. Recuperado de [https://www.sicultura.gob.gt/directory-directorio\\_c/listing/hospital-nacional-de-la-amistad-japon-guatemala/](https://www.sicultura.gob.gt/directory-directorio_c/listing/hospital-nacional-de-la-amistad-japon-guatemala/)
- Sociedad Americana de Cáncer. (2018). Pruebas para encontrar los síndromes mielodisplásicos. Recuperado de <https://www.cancer.org/es/cancer/sindrome-mielodisplasico/deteccion-diagnstico-clasificacion-por-etapas/como-se-diagnostica.html#:~:text=La%20presencia%20de%20blastos%20en,al%20examinarlas%20con%20un%20microscopio>
- Suárez, I & Otros. (2019). El diagnóstico y tratamiento de la tuberculosis. EE. UU: EBSCO. Recuperado de <https://web.p.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnln=18660452&AN=139807106&h>
- Toledo, García & Morales. (2014). Diseño e implementación del protocolo de la tinción de Auramina-rodamina para uso rutinario del diagnóstico microscópico de micobacterias. Recuperado de [http://www.repository.usac.edu.gt/1627/1/06\\_3623.pdf](http://www.repository.usac.edu.gt/1627/1/06_3623.pdf)
- Truant, B. (2019). Auramina para uso en el método de fluorescencia de Morse para la tinción de microorganismos ácido alcohol resistentes para diagnóstico in vitro. Recuperado de [www.condalab.com](http://www.condalab.com)
- UPCV. (2020). Política Municipal para la Prevención de la Violencia y el Delito. Recuperado de <http://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/><https://upcv.gob.gt/wpcontent/uploads/2020/01/1801-PPM-Puerto-Barrios-Izabal.pdf>
- Valladares, L. (2021). Municipio de Puerto Barrios, Izabal. Guatemala. Recuperado de <https://aprende.guatemala.com/historia/geografia/municipio-de-puerto-barrios-izabal/>
- Yugsi, M., Montalvo, E., Campoverde, D & Alvarado, M. (2022). *Escherichia coli* productora de BLEE de origen comunitario e intrahospitalario. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2664-32432022000200518&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2664-32432022000200518&script=sci_arttext)

## APÉNDICE

### ANEXO 1

Indicadores para la evaluación de desempeño de las tinciones Auramina O, Ziehl Neelsen y método de validación Gen Xpert.

	Ziehl Neelsen	Auramina O	GenXpert
Positivo	4	8	9
Negativo	31	27	26
Dudoso	0	0	0
Contaminado	0	0	0

Datos experimentales obtenidos en el laboratorio del Hospital Nacional de la Amistad Japón Puerto Barrios.

### ANEXO 2

Cálculo de indicadores para la evaluación de desempeño de la tinción Auramina O comparada con método de validación GenXpert

	Positivo	Negativo	Total
Positivo	8	1	9
Negativo		25	26
Total	9	26	35

Datos experimentales obtenidos en el laboratorio del Hospital Nacional de la Amistad Japón Puerto Barrios.

### ANEXO 3

Indicadores de validez del protocolo de tinción Auramina O

Indicador	Formula	Observaciones
Sensibilidad	$8 / (8+1) = *100\%$	89%
Especificidad	$25 / (1+25) = *100\%$	96%
Valor predictivo positivo	$8 / (8+1) = *100\%$	88%
Valor predictivo negativo	$25 / (1+25) = *100\%$	96%
Kappa	$2(8*25+1*1) / (9*26+26*9)$	0.85 OPTIMA

Datos experimentales obtenidos en el laboratorio del Hospital Nacional de la Amistad Japón Puerto Barrios.

## **ANEXO 4**

Cálculo de indicadores para la evaluación de desempeño de la tinción Ziehl Neelsen  
comparada con método de validación GenXpert

	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	<b>Total</b>
<b>Positivo</b>	4	6	10
<b>Negativo</b>	5	20	25
<b>Total</b>	9	26	35

Datos experimentales obtenidos en el laboratorio del Hospital Nacional  
de la Amistad Japón Puerto Barrios

# **EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD PARA TAMIZAJE SEROLÓGICO DE PRUEBA ANTI-HBC POR QUIMIOLUMINISCENCIA, REALIZADO POR PMTBS CON EL ANÁLISIS POR ELECTROQUIMIOLUMINISCENCIA DEL BANCO DE SANGRE DEL HOSPITAL REGIONAL DE COBÁN**

Evaluation of effectiveness for Serological Screening of anti-HBC test by Chemiluminescence, carried out by PMTBS with the analysis by Electrochemiluminescence of the blood bank of the regional hospital of Cobán

Jessica Paola Ruíz Jiménez<sup>1,3</sup>, Evelyn Portillo<sup>2</sup>, Erwin Emilio García Fuentes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Epesista de Química Biológica, Programa de EDC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala;

<sup>2</sup> Química Bióloga, Banco de Sangre, Hospital Regional de Cobán,

<sup>3</sup> Correspondencia: 3<sup>a</sup> calle 6-47 zona 1, ciudad de Guatemala, Guatemala. Tel. 22532213, correo: qbusaceps@gmail.com



## **RESUMEN**

El VHB se transmite por vía vertical, sexual y parenteral siendo el primer virus confirmado transmisible por sangre y productos sanguíneos. La infección con el VHB, se determina generalmente por el hallazgo de antígenos virales y/o anticuerpos específicos en el suero, aunque en el diagnóstico pueden intervenir criterios clínicos, los resultados de las pruebas de laboratorio ayudan a confirmar la infección con el virus. Los anticuerpos contra el antígeno core del VHB (anti-HBc) son un marcador de infección aguda, crónica o resuelta y pueden seguir siendo detectables de por vida.

El Anti-HBc aparece en circulación tanto en la fase aguda como en la crónica de la infección por el virus de hepatitis B y persiste definidamente a niveles detectables. Estas características podrían permitir la utilización de este marcador infeccioso para determinar la seroprevalencia real de la infección por virus de hepatitis B en una población. En la investigación que a continuación se presenta se estudió la efectividad del tamizaje serológico para Anti-HBc por Quimioluminiscencia, que el Programa de Medicina Transfusional y Banco de Sangre proporciona al Banco de Sangre del Hospital Regional de Cobán, Hellen Lossi de Laugerud, relacionando los datos obtenidos con el descarte de unidades y categorizando los resultados según datos demográficos, esto debido al impacto que se presenta en el descarte de unidades en el Banco de Sangre debido a esta seroreactividad. Para ello se realizó un análisis en el equipo Cobas e 411 (analizador de electroquimioluminiscencia), con el reactivo Elecsys® Anti- HBc II. De los 23 análisis realizados resultaron ser no reactivos para Anti-HBc, teniendo un predominio de donadores masculinos con edad media de 39 años, grupo sanguíneo O+, grupo étnico maya. Aceptándose de esta manera la hipótesis nula al existir una diferencia significativa entre los resultados seropositivos para anti-HBc proporcionados por el Programa de Medicina Transfusional y Bancos de Sangre y los realizados en el laboratorio del Hospital Regional de Cobán Hellen Lossi de Laugerud.

## **ABSTRACT**

HBV is transmitted vertically, sexually and parenterally, being the first confirmed virus transmissible through blood and blood products. Infection with HBV is generally determined by the finding of viral antigens and/or specific antibodies in the serum. Although clinical criteria may intervene in the diagnosis, the results of laboratory tests help confirm infection with the virus. Antibodies against the HBV core antigen (anti-HBc) are a marker of acute, chronic or resolved infection and may remain detectable for life.

Anti-HBc appears in circulation in both the acute and chronic phases of hepatitis B virus infection and persists definitively at detectable levels. These characteristics could allow the use of this infectious marker to determine the real seroprevalence of hepatitis B virus infection in a population.

In the research presented below, the effectiveness of serological screening for Anti-HBc by Chemiluminiscence, which the Transfusion Medicine and Blood Bank Program provides to the Blood Bank of the Regional Hospital of Cobán, Hellen Lossi de Laugerud, was studied, relating the data obtained with the discarding of units and categorizing the results according to demographic data, this due to the impact that occurs in the discarding of units in the Blood Bank due to this seroreactivity. For this, an analysis was carried out on the Cobas e 411 equipment (electrochemiluminescence analyzer), with the Elecsys® Anti-HBc II reagent. Of the 23 analyses performed, they turned out to be non-reactive for Anti-HBc, with a predominance of male donors with a mean age of 39 years, blood group O+, Mayan ethnic group. In this way, the null hypothesis is accepted as there is a significant difference between the seropositive results for anti-HBc provided by the Transfusional Medicine and Blood Banks Program and those carried out in the laboratory of the Cobán Regional Hospital Hellen Lossi de Laugerud.

Keywords: HBc, Serological Screening, Blood Bank, Quimioluminiscence, ElectroQuimioluminiscence

## **INTRODUCCIÓN**

La Hepatitis B es una enfermedad producida por el virus de la Hepatitis B perteneciente a la familia Hepadnaviridae. El virión infectante completo está constituido por una cápside con una envoltura circundante. El virus contiene el ácido nucleico viral (ADN) y dos enzimas (ADN-polimerasa y proteína quinasa) (Moreto, Catalina, Esteve, Blot y Piroth, 2020). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) el Virus de la hepatitis B (VHB) es 50 a 100 veces más infeccioso que el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y la vacuna tiene una eficacia del 95% en la prevención de la infección (OMS, 2020; Sánchez, et al., 2020).

En los bancos de sangre el tamizaje para los marcadores de enfermedades infecciosas que pueden transmitirse por transfusión sanguínea cumplen una función muy importante, que es la selección de la sangre óptima para transfundir, debido a que uno de los principales efectos adversos en las transfusiones, es la transmisión de infecciones en las que se encuentra el virus de la hepatitis B.

Por lo anterior se quiere determinar la efectividad de las pruebas de tamizaje serológico que se le realizan a los sueros de los donantes del banco de sangre del Hospital Regional de Cobán, HELLEN LOSSI DE LAUGERUD para la determinación de la reactividad de anti-HBc, por parte del Programa de

Medicina Transfusional y Bancos de Sangre, en el periodo de enero a noviembre del 2022. El análisis de las pruebas confirmatorias se llevará a cabo en el Laboratorio Clínico del Hospital Regional de Cobán el cual se encuentra ubicado en la 8a. calle 1-24 zona 11, Cobán, del departamento de Alta Verapaz, Guatemala.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Recursos institucionales**

- Banco de Sangre del Hospital Regional de Cobán
- Laboratorio Clínico del Hospital Regional de Cobán

### **Recursos físicos**

- Equipo
  - Centrifuga
  - Cobas e 411
  - Refrigeradora de 2-8 grados
  - Base de datos (e-Delphy)
  - Computadora

- Reactivos
    - Elecsys® Anti- HBc II: inmunoensayo por electroquimioluminiscencia, para la determinación cualitativa de anticuerpo totales contra el antígeno core de la hepatitis B (HbcAg)
  - Cristalería
    - Tubos de ensayo con gel separador
  - Materiales
    - Caja de guantes descartable
    - Marcador permanente
    - Algodón
    - Alcohol
    - Hojas
    - Lapicero
- Método**
- Con la ayuda de la base de datos de e-DELPHY se revisarán los datos de los donadores seroreactivos para Anti-HBc, dicha base de datos nos indicara: Nombre del paciente, Número de teléfono, Grupo sanguíneo, Lugar de procedencia, Edad, Seroreactividad, Grupo étnico, Ocupación.
  - Se contactará a los donadores seroreactivos para Anti-HBc por grupos, para que se presenten al Banco de sangre, donde se les pasara un consentimiento informado, para entrar al estudio.
  - Se procederá a la extracción de la muestra sanguínea para su posterior análisis en un tubo de ensayo con gel separador.
  - Se centrifugará para separar el suero del coagulo.
  - Se almacenará en una refrigeradora, a temperaturas de 2-8 grados.
  - Para su análisis se atemperará la muestra y se analizará en el equipo Cobas e 411 (analizador de electroquimioluminiscencia), con el reactivo Elecsys® Anti- HBc II
  - Principio de prueba: Principio de competencia. Duración total del ensayo: 27 minutos.
    - 1<sup>a</sup> incubación: Pretratamiento de 40 µL de muestra con agente reductor.
    - 2<sup>a</sup> incubación: tras la adición de HBcAg, se forma un complejo con anticuerpos anti-HBc en la muestra.
    - Tercera incubación: después de la adición de anticuerpos biotinilados y anticuerpos marcados con complejo de rutenio) específicos para HBcAg, junto con micropartículas recubiertas de estreptavidina, los sitios de unión aún libres en los antígenos HBc se ocupan. Todo el complejo se une a la fase sólida a través de la interacción de la biotina y la estreptavidina.
    - La mezcla de reacción se aspira en la celda de medición donde las micropartículas se capturan magnéticamente en la superficie del electrodo. A continuación, las sustancias no unidas se eliminan con ProCell/Pro-Cell M. La aplicación de un voltaje al electrodo induce una emisión quimioluminiscente que se mide con un fotomultiplicador.
    - Los resultados son determinados automáticamente por el software comparando la señal de electroquimioluminiscencia obtenida del producto de reacción de la muestra con la señal del valor de corte obtenido previamente por calibración.

#### Interpretación

- COI >1,0 = no reactivo
- COI ≤1,0 = reactivo

- Los datos obtenidos se analizarán a través de estadística descriptiva comparativa

#### Diseño de Investigación

- Tipo de estudio. Analítico, trasversal, retrospectivo, observacional.
- Muestra. Donantes con serología positiva para Anti-HBc, en el periodo de enero a noviembre del 2022.
- Aspectos Éticos. A todos los donadores seroreactivos para Anti-HBc se les presentará un consentimiento informado en el cual estará detallado las razones, causas, justificación y propósito del presente estudio y se les solicitará su firma de aceptación
- Análisis de datos. Para el análisis de la información se creó una base de datos en Excel, con base en un listado de donadores con serología positiva para anti-HBc. Se realizará un análisis a través de estadística descriptiva, en esta se comparará los resultados obtenidos en el banco de sangre y los obtenidos en el PMTBS, utilizando gráficas y cuadros comparativos, a través de los resultados se podrá confirmar la hipótesis nula o alterna y llegar a la conclusión de los objetivos.

## RESULTADOS

La población estudiada constó de 23 pacientes (Anexo 4). De estos, la mayor parte perteneció al sexo masculino, representando 60.87% de la población, con un predominio de edades comprendidas entre 30 a 39 años, representando el 52.17%. En cuanto al tipo de sangre, los pacientes O+ fueron los más prevalentes, correspondiendo al 95.65%. Con respecto al grupo étnico se encontró un predominio de donantes Mayas, con el 95.65%. Y según al tipo de donación realizada, la mayor parte pertenecen a donaciones por reposición, representando el 95.65%.

En la tabla 1 (Anexo 1) se engloba la eficacia de la prueba de serología de Anti-HBc proporcionada por Programa de Medicina Transfusional y Bancos de Sangre (PMTBS) (resultado por quimioluminiscencia) al Banco de Sangre del Hospital Regional de Cobán con el resultado obtenido en el laboratorio del Hospital Regional de Cobán realizado por la técnica de inmunofluorescencia. Se encontró que la sensibilidad de la prueba realizada por el PMTBS fue del 0%, mientras que la especificidad fue del 0%. Por otro lado, se halló que la tasa de falsos positivos y falsos negativos es del 100%. En cuanto a los parámetros de validez externa, se encontró un valor predictivo positivo del 0% y un valor predictivo negativo del 0%.

En la tabla 2 (Anexo 2) se observa que, según los resultados obtenidos en el laboratorio del Hospital Regional de Cobán, ninguna de las unidades de los 23 donadores será descartados en comparación con los resultados proporcionados por el PMTBS. La figura 1 (Anexo 3) muestra el resultado de las pruebas confirmatorias realizadas en el Laboratorio del Hospital Regional de Cobán, se observa que de toda la población de estudio presentaron un resultado < 1.0 indicando estos un resultado no reactivo (negativo) para Anti-HBc.

## DISCUSIÓN

En este estudio se determinó la efectividad de la seroreactividad para Anti-HBc proporcionada por el Programa de Medicina Transfusional y Bancos de Sangre (PMTBS), el cual utiliza el método de quimioluminiscencia para analizar la serología de los sueros de donadores, para determinar la efectividad de estos resultados se utilizó un analizador de electroquimioluminiscencia (Cobas e 411).

En el primer semestre del año 2022 se observó un incremento en la serología positiva del Anti-HBc (Anticuerpos totales contra la región core), en donadores

del Banco de Sangre del Hospital Regional de Cobán (BSHRC), los cuales son proporcionados por el PMTBS, así mismo observándose que el 53% de descarte de unidades era debido a la serología reactiva por esta prueba (Anexo 7). Esto concuerda con un estudio realizado por Castro, et al, (2011), que muestra que la prevalencia de unidades reactivas para Anti-HBc analizadas en diferentes países de América, son las principales causas de descarte de unidades extraídas. En un estudio realizado por Machado y Chiriboga (2022), se determinó que el marcador serológico de anti-HBc fue el más prevalente en relación con las otras Infecciones de Transmisión Transfusional. Concordando estos estudios con lo observado en BSHRC, siendo el Anti-HBc el marcador serológico prevalente en unidades reactivas.

Los análisis de la frecuencia de donadores de sangre con resultados serológicos reactivos demostraron que es mayor en hombres (60.87%) que en mujeres (39.13) y con una media de edad de 39 y un rango de 24 a 52 años tabla 3 (Anexo 4), En Brazil, Ferreira et al, (2019), en su estudio también identificaron que el 69.8% de los donantes serorreactivos fueron hombres entre 30 y 39 años. En Colombia, Gómez et al, (2014) reportaron que la mayor prevalencia de seroreactividad fue en hombres, con un rango de edad promedio de 36,5 años. En Colombia, Durán et al (2014) en su estudio reportaron que el 56.8% de los donantes serorreactivos son hombres, con una edad promedio de 39 años (18 a 65 años). Difiriendo estos datos con lo publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), al observarse que el 45% de donantes de sangre serorreactivos tienen 25 años o menos, pero concuerda con la prevalencia del sexo en los donadores con un 67% siendo masculinos.

En la tabla 1 (Anexo 1) se observan los resultados obtenidos, mostrando que la efectividad del resultado proporcionados por el PMTBS, tienen nula especificidad y sensibilidad, los 23 casos reactivos para Anti-HBc, fueron negativos utilizando el método de electroquimioluminiscencia. En el estudio realizado por Machado y Chiriboga (2022), en Colombia de los 474 casos reportados en donadores positivos para Anti-HBc, 465 (98 %) fueron negativos y solo 9 (2 %) obtuvieron resultados positivos. Lo que nos indica que hay una alta probabilidad de reportar falsos positivos en las pruebas de tamizaje para Anti-HBc.

Estudios realizados utilizando la metodología de quimioluminiscencia (CLIA), nos muestran que estas han presentado una especificidad del 99,60 % (IC 99,45 al 99,71 %) y una sensibilidad del 99,10 % (IC 97,77 al 99,89 %) (Machado y Chiriboga, 2022). Mientras que estudios realizados utilizando la metodología de electroquimioluminiscencia (ECLIA), han mostrado una especificidad resultante en una base repetidamente reactiva (RR) fue del 99,93 % (IC 99,84 99,97 %) y sensibilidad del 100% (Roche Diagnostics, 2017). Lo que nos indica que utilizando

la metodología ECLIA, los resultados nos arrojan la proporción de individuos enfermos que poseen una prueba positiva (Sensibilidad) y la proporción de individuos sin la enfermedad que poseen una prueba negativa o normal (especificidad). Estudios realizados por Moretto et al, (2020) afirman que la reactividad a anti-HBc es considerada como falsa positiva y se ha observado en poblaciones de baja prevalencia de hepatitis B. Según esta información se puede decir que las pruebas realizadas en el laboratorio del Hospital Regional de Cobán, muestran mayor sensibilidad y especificidad que los resultados de pruebas de tamizaje serológico proporcionados por el Programa de Medicina Transfusional y Bancos de Sangre.

En las pruebas de tamizaje serológico existen interferentes que pueden afectar el resultado de las mismas, estudios han demostrado que los principales interferentes son la hemólisis, ictericia, lipemia, bilirrubinemia, así como los ciclos de congelación y descongelación de la muestra (DiaSorin, 2016; Roche, 2017). También se han observado reacciones cruzadas por anticuerpos potencialmente interferentes como lo son las inmunoglobulinas dirigidas a hCMV, HSV, EBV, virus de la rubeola, HCV, HIV, HTLV-I/II, HAV, Toxoplasma gondii, Treponema pallidum, anticuerpos anti-nucleares (ANA), anticuerpos anti-ratón (HAMA, human anti-mouse antibodies), anticuerpos heterófilos, hípergammaglobulinas y factor reumatoide (inmunoglobulinas anti-Fc) (DiaSorin, 2016).

La causa de descarte de concentrados de hematíes más frecuente en diferentes estudios realizados en Bancos de sangre es debido a marcadores infecciosos reactivos (Zaninohga, 2020; Gamarra y Portuguez, 2020). Así como la tendencia viral para el descarte de unidades se presenta por la prueba de anticuerpos Anti-HBc (Gamarra y Portuguez, 2020). Según los datos recabados, las 23 unidades analizadas por el PMTBS, deben de ser descartadas, mientras que, según el estudio realizado, estas unidades no presentan serología positiva para su descarte, siendo estas contradictorias en su totalidad. También se sabe que el descarte de unidades que muestran falsos positivos tiene serias implicaciones, esto debido a que de una donación se pueden salvar hasta 3 vidas, además que la disponibilidad de unidades de sangre para transfundir se vería seriamente afectadas. Además de presentar un impacto económico asociado a los costos de recolección, procesamiento y análisis de la sangre.

## REFERENCIAS

- Asociación Española de Pediatría (2022). Hepatitis B. Recuperado de <https://vacunasaep.org/profesionales/enfermedades/hepatitis-b#:~:text=Infecci%C3%B3n%20aguda,-%E2%80%A2&text=El%20per%C3%ADodo%20de%20incubaci%C3%B3n%20es,puede%20durar%20hasta%203%20meses>.
- Ayala, S., Flores, A., Llaca, J., Pérez, F., Salazar, R. y Casillas, N. (2019). Tamizaje serológico en donadores de México: avances y tecnología. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 57(1), 30-37. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457759795007>
- Castro, R., Arellano, D., Gómez, J. y Echavez, I. (2011). Seroprevalencia de patógenos infecciosos en donantes de sangre, Bolívar-Colombia, 2006-2010. Hechos Microbiol, 2(2); 37-46. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/303825851\\_Seroprevalencia\\_de\\_patogenos\\_infecciosos\\_en\\_donantes\\_de\\_sangre\\_Bolívar-Colombia\\_2006-2010](https://www.researchgate.net/publication/303825851_Seroprevalencia_de_patogenos_infecciosos_en_donantes_de_sangre_Bolívar-Colombia_2006-2010)
- CCLAB (2022). Quimioluminiscencia-CLIA. Recuperado de <http://www.cclabgroup.com/quimioluminiscencia-clia/>
- Cruz, R. (2018). Seroprevalencia de HBsAg y anti-HBc en donantes del servicio de banco de sangre del Hospital de Alta Complejidad Virgen de la Puerta Trujillo-217. Tecnología Médica. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12990/6427>
- DiaSorin (2016). LIAISON ® Anti-HBc. Recuperado de <https://www.bspmoscoso.com/wp-content/uploads/2017/01/Core-Total.pdf>
- Espinosa, J. (2018). Seroprevalencia de hepatitis b en postulantes a donación de sangre en el Hospital III Iquitos 2017. Loreto: Universidad Científica del Perú.
- Ferreira, K., Marinho, F., Santos, M., Macêdo, N., Vasconcelos, M. y Lima, C. (2019). Seroprevalence of transfusion-transmissible infectious diseases at a hemotherapy service located in southwest Bahia, Brazil. Hematol Transfus Cell Ther, 41(4): 324-328. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.hct.2019.03.007>
- Flores, S. (2020). Revisión Bibliográfica Narrativa: Marcadores serológicos y Moleculares Utilizados para Detección del Virus de Hepatitis B en Donantes

de Sangre para un Nivel Óptimo de Seguridad Transfusional (Tesis de Licenciatura). Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Ecuador.

Gamarra, L. y Portuguez, E. (2020). Evaluación de la depleción del suministro de Sangre y Costo por Hemodonaciones con resultados reactivos e indeterminados en la clínica Maison de Santé, 2019-2020. (Tesis de Licenciatura). Universidad Norbert Wiener. Perú

Gómez, L., Peñuela, O. y Higuera, F. (2014). Prevalence of antibodies against transfusion-transmissible infections (TTI) in blood donors from the Colombian eastern region. Clin Lab, 60(1): 869-871. Recuperado de <https://doi.org/10.7754/clin.lab.2013.130703>.

Gordillo, A. (2018). Marcadores serológicos de infección por el virus de la hepatitis B en estudiantes de la Escuela Latinoamericana de Medicina. Revista Archivo Médico de Camagüey, 22(5), 694-707. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552018000500694&lng=es&tlang=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552018000500694&lng=es&tlang=pt).

Ghosh, S. (2020) Prevalence of seroreactivity among blood donors-A hospital based study in West Bengal. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences; 19(3): 22-25.

Iannaccone, M., and Guidotti, L. (2022). Inmunobiología y patogenia de la infección por el virus de la hepatitis B. Nature Reviews Immunology. 22(1), 19–32  
<https://doi.org/10.1038/s41577-021-00549-4>

Machado, D. y Chiriboga, R. (2022). Seroprevalencia de infecciones hemotransmisibles en donantes de sangre. Medicina & Laboratorio, 26(4); 353-364. Recuperado de 364.  
<https://doi.org/10.36384/01232576.605>.

Medina, M., Forero, S. y Suescún, S. (2020). Prevalencia de marcadores serológicos en donantes de sangre de Boyacá, Colombia, 2014-2015. Revista Cubana de Salud Pública, 46(1), 1-15.

Milagros, A. (2019). Prevalencia de anti HBc en donantes de sangre del Hospital III EsSalud-Chimbote del primer semestre 2018. Recuperado de [http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/12090/Tesis\\_60464.pdf?sequence=1&isAllowed=true](http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/12090/Tesis_60464.pdf?sequence=1&isAllowed=true)

Ministerio de Salud Pública (2014). Manual de uso clínico de sangre y derivados. Santo Domingo: Dirección Nacional de Bancos de Sangre

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS- (2007). Norma Técnica Medicina Transfusional y Bancos de Sangre. Guatemala: Programa Nacional de Medicina Transfusional y Bancos de Sangre.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS- (2019). Boletín de la Semana Epidemiológica, SEMEPI. Recuperado de [http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202019/Boletines%202019/BOLETIN\\_SEMEPI\\_34.pdf](http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202019/Boletines%202019/BOLETIN_SEMEPI_34.pdf)

Moreto, F., Catalina, F., Esteve, C., Blot, M. y Piroth, L. (2020). Isolated Anti-HBc: Significance and Management. Journals of Clinical Medicine, 9(1), 202-218 <https://doi.org/10.3390/jcm9010202>

Nguyen, M., Wong, G., Gane, E., Kao, J. and Dusheiko, G. (2020). Hepatitis B Virus: Advances in Prevention, Diagnosis, and Therapy. Clin Microbiol Rev. 33(2): 1-38, DOI: 10.1128/CMR.00046-19

Organización Mundial de la Salud (2020). Hepatitis B. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-b>

Organización Mundial de la Salud –OMS- (2022). Hepatitis B. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-b>

Organización Mundial de la Salud –OMS- (2022). Disponibilidad y seguridad de la sangre Ginebra, Suiza. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blood-safety-and-availability>

Roche Diagnostics (2017). Elecsys Anti-HBc II. Recuperado de [https://www.rochecanada.com/content/dam/rochexx/roche-ca/products/docs/package\\_inserts/ElecsysAntiHBcII-07026790190-V2-CAN-EN.pdf](https://www.rochecanada.com/content/dam/rochexx/roche-ca/products/docs/package_inserts/ElecsysAntiHBcII-07026790190-V2-CAN-EN.pdf)

Rodríguez, J. (2018). Seroprevalencia de HBsAg y Anti-HBc en donantes del servicio de Banco de Sangre del Hospital de Alta Complejidad Virgen de la Puerta Trujillo – 2017. (Tesis de Licenciatura). Universidad Alas Peruanas, Perú.

Rozengwar, H., Vallecillo, L., y Alvarado, C. (2016). Suministro y uso de productos sanguíneos, Banco de Sangre del Hospital Escuela Universitario, Tegucigalpa, Honduras. Revista Facultad de Ciencias Médicas. Recuperado de <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2016/pdf/RFCMVol13-2-2016-3.pdf>

- Rojas, Y., Trujillo, Y., Reyes, A. & Bembibre, D. (2021). Algunas consideraciones sobre la hepatitis viral crónica como problema de salud. MEDISAN, 25 (4), 965-981. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192021000400965&lng=es&tlang=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192021000400965&lng=es&tlang=en).
- Samanthi, D. (2020). Difference Between CLIA and ECLIA. Recuperado de <https://www.differencebetween.com/difference-between-clia-and-eclia/>
- Sánchez, F., San José, F., Simó, A., Castillo, M., Sánchez, M. y Nieves, A. (2020). Marcadores serológicos de infección y exposición a la hepatitis B en donantes voluntarios de sangre. Revista Mexicana de Patología Clínica Médica y Medicina de Laboratorio, 67(2): 76-80. doi: 10.35366/95550
- Scheiblauer, H., Heiden, M., Funk, M., Oberle, D., Kreb, J., Jork, C. and Chudy, M. (2020). Detection of hepatitis B virus infection in German blood donors 2008-2015. Vox Sanguinis, 115(3), 152-161. <https://doi.org/10.1111/vox.12890>
- Terrault, N., Lok, A., McMahon, B., Chang, K., Hwang, J., Jonas, M., Marrón, R., Bzowej, N., and Wong, J. (2018). Update on Prevention, Diagnosis and Treatment of Chronic Hepatitis B: AASLD 2018 Hepatitis B Guidance. HEPATOLOGY, 67(4), 1560-1599. <https://doi.org/10.1002/hep.29800>
- Ye, X., Li, T., Zhang, R., Liu, H., Zeng, J., Hong, W., Lu, L., Zhu, W., Li, S., Xu, M., Wu, S. and Chen, L. (2020). Comprehensive analysis of hepatitis B virus infections in blood donors in southern China that are surface antigen positive but nucleic acid testing negative. Transfusion, 60(7):1476-1482. doi: 10.1111/trf.15824.
- Yuen, M., Chen, D., Dusheiko, G., Janssen, H., Lau, D., Locarnini, S., Peters, M. and Lai, C. (2018). Hepatitis B virus infection. Nature Reviews Disease Primers. doi: 10.1038/nrdp.2018.35. PMID: 29877316.
- Zaninohga, R. (2020). Causas de eliminación de hemocomponentes en el Banco de Sangre de un Instituto Nacional en la ciudad de Lima, periodo 2011-2018. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.

## APÉNDICE

### ANEXO 1

Resultados obtenidos en el PMTBS y el Hospital Regional de Cobán  
Tabla 1. Comparación de resultados obtenidos

Seroreactividad positiva según el Laboratorio del HRC	Seroreactividad negativa según el Laboratorio del HRC	Total
<b>Seroreactividad positiva según PMTBS</b>	0	23 23
<b>Seroreactividad negativa según el PMTBS</b>	0	0 0
<b>Total</b>	0	23 23
<b>S</b>	0% <b>E</b>	0%
<b>TFN</b>	100% <b>TFP</b>	100%
<b>VPP</b>	0% <b>VPN</b>	0%
<b>Exactitud</b>	0%	

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el laboratorio del Hospital Regional de Cobán  
S: Sensibilidad; E: Especificidad; TFN: Tasa de falsos negativos; TFP: Tasa de falsos positivos;  
VPP: Valor predictivo positivo; VPN: Valor predictivo negativo.

## ANEXO 2

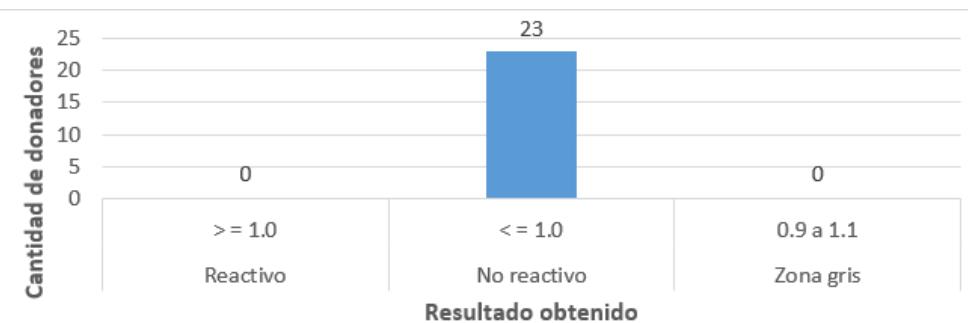
Cantidad de unidades descartadas según la seroreactividad obtenida  
Tabla 2. Unidades sanguíneas descartadas según la seroreactividad obtenida

	<b>Programa de Medicina Transfusional y Bancos de Sangre</b>	<b>Laboratorio del Hospital Regional de Cobán</b>
<b>Unidades descartadas</b>	23	0
<b>Unidades aptas para transfundir</b>	0	23

Fuente: Datos experimentales obtenidos en el laboratorio del Hospital Regional de Cobán y el PMTBS

## ANEXO 3

Resultados obtenidos en el Laboratorio del Hospital Regional de Cobán para Anti-HBc  
Figura 1. Resultados obtenidos por inmunofluorescencia en el laboratorio del Hospital  
Regional de Cobán.



Fuente: Datos experimentales obtenidos en el laboratorio del Hospital Regional de Cobán

## ANEXO 4

Datos demográficos de la población en estudio  
Tabla 3. Datos demográficos de la población en estudio

<b>Variable</b>	<b>Valor (n=23)</b>
<b>Ocupación</b>	
Agricultor	6 (26.08%)
Albañil	1 (4.35%)
Ama de casa	9 (39.13%)
Comerciante	2 (8.70%)
Empleado	4 (17.39%)
Independiente	1 (4.35%)
<b>Grupo sanguíneo</b>	
O+	22 (95.65%)
A+	1 (4.35%)
<b>Grupo étnico</b>	
Maya	22 (95.65%)
Mestizo	1 (4.35%)
<b>Tipo de donación</b>	
Reposición	22 (95.65%)
Altruista	1 (4.35%)
<b>Sexo</b>	
Masculino	14 (60.87%)
Femenino	9 (39.13%)
<b>Edad</b>	
18-29	1 (4.35%)
30-39	12 (52.17%)
40-49	5 (21.74%)
> 50	5 (21.74%)
Media	39 (24-52)

Fuente: Datos obtenidos en el Banco de Sangre del Hospital Regional de Cobán

## **ANEXO 5**

Formulario para cálculo de parámetros  
Tabla 4. Fórmulas para el cálculo de parámetros de pruebas diagnósticas

---

Sensibilidad= $a/(a+c)$   
 Especificidad= $d/(b+d)$   
 Valor predictivo positivo= $a/(a+b)$   
 Valor predictivo negativo= $d/(c+d)$   
 % de falsos negativos=100-sensibilidad  
 % de falsos positivos=100-especificidad  
 Exactitud= $(a+d)/n$

---

## ANEXO 6

Esquema direccional de las fórmulas

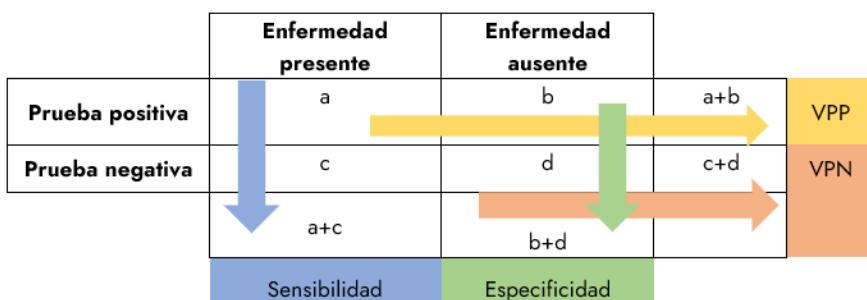
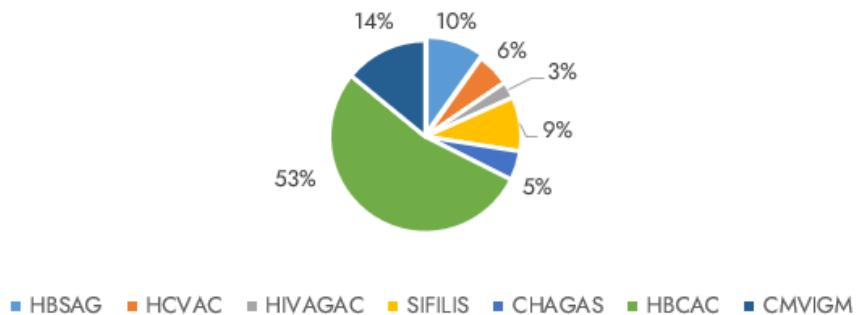


Figura 2. Representación esquemática direccional de las fórmulas para calcular la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo (VPP) y el valor predictivo negativo (VPN). Nótese que cada flecha comienza con la letra dividendo y termina con el divisor (p. ej.  $a / (a + c)$  = sensibilidad).

## ANEXO 7

Porcentaje de unidades descartadas por serología

### Porcentaje de unidades descartadas por serología en el primer semestre del 2022



Fuente: Datos obtenidos en el Banco de Sangre del Hospital Regional de Cobán.

## ANEXO 8

Sensibilidad y especificidad del ensayo Elecsys® Anti- HBc II

	Sensibilidad	Especificidad
<b>Valores</b>	<b>99,93 %</b>	<b>IC 99,84-99,97 %</b>

Fuente: Roche Diagnostics

---

## **TAMIZAJE DE LA FUNCIÓN RENAL EN LA POBLACIÓN QUE ASISTIÓ A LA JORNADA DEL RIÑÓN 2023 A TRAVÉS DEL EXAMEN BIOQUÍMICO DE ORINA**

---

MA. Mildred Alquijay de Posadas<sup>1,2</sup>  
Br. Luisa Margarita Flores Castellanos<sup>1</sup> Br.  
Kimberly Paola Bailon Franco<sup>1</sup>  
Br. Glenda Maribel Galdámez Cinto<sup>1</sup>  
Br. Carlos Antonio Marroquin Gonzalez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Clínico Popular -LABOCLIP-, Programa de Ejercicio Docente con la Comunidad -EDC-, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala

<sup>2</sup> Correspondencia: alquijay647@hotmail.com .  
3era. Calle 6-47 zona 1, Antigua Facultad de Farmacia. Teléfono: 22205013, Ciudad de Guatemala.

### **RESUMEN**

Se sabe que la enfermedad renal afecta a un 10% de la población mundial y a un número alarmante de pacientes en Guatemala, pues de acuerdo con datos oficiales, se registran más de cuatro mil casos al año de personas con insuficiencia renal crónica. Por ello el monitoreo de la función renal es de mucha importancia. El examen general de orina (EGO) es un examen de rutina, rápido, de bajo costo y de fácil acceso en los servicios de salud. Proporciona información importante para el diagnóstico de diversas enfermedades, principalmente relacionadas con la función renal.

En "La Primera jornada del Riñón post pandemia 2023", que se llevó a cabo en el Parque Central de la Ciudad de Guatemala, se pretendió ayudar a la población que asistió a la jornada con un análisis de su salud renal por medio de un examen bioquímico de orina, el cual se realizó utilizando tiras reactivas de orina por personal capacitado.

Se observó una participación mayor de adultos y adultos mayores de edades entre 27 - 90 años (92.03%). Sin embargo, también participaron niños, adolescentes y jóvenes (7.97%). La mayoría de etnia ladina (91%), procedentes de la ciudad de Guatemala (74%). Asimismo, participaron personas provenientes de otros departamentos del interior de Guatemala, de El Salvador y Nicaragua (26%). El 52.15% de los participantes no padecían ninguna enfermedad y el 42.33% presentó problemas de diabetes e hipertensión así como problemas por otras enfermedades tales como de la próstata o enfermedades autoinmunes. Solo el 6.75% refirió ser paciente renal.

En el examen bioquímico de orina se encontraron ciertos parámetros alterados en un mínimo porcentaje de los pacientes (22%). Se observó que el 21.47% presentó hematuria y 19.02% de pacientes presentó proteinuria, parámetros asociados principalmente a lesión renal. La proteinuria puede ser un marcador de enfermedades sistémicas, además de indicar lesión renal. No se realizó el análisis microscópico de las muestras debido al tiempo, falta de equipo y personal capacitado.

Palabras clave: Enfermedad renal, Examen general de orina (EGO), Lesión renal.

## INTRODUCCIÓN

El examen general de orina (EGO) es un examen de rutina, rápido, de bajo costo y de fácil acceso en los servicios de salud para la población. Además proporciona información importante para el diagnóstico de diversas enfermedades como infecciones del tracto urinario, diabetes y enfermedades renales. El EGO comprende, el examen físico, químico y microscópico. (Arispe, 2019)

El daño renal se define como las anormalidades estructurales o funcionales del riñón. En 2002 la Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI, por sus siglas en inglés) definió la enfermedad renal crónica como el daño renal que persiste por más de tres meses, ya sea por anomalías funcionales o estructurales, con o sin disminución del índice de filtración glomerular ( $[i\text{FG}] < 60 \text{ mL/min}/1.73 \text{ m}^2$ , con o sin daño renal), manifestado por trastornos y concentraciones anormales de los marcadores de daño renal en sangre y orina (proteinuria) o mediante pruebas de imagen. (López, 2018).

La enfermedad renal crónica (ERC) se asocia con otras enfermedades crónicas tales como diabetes, hipertensión y enfermedad cardiovascular. Los pacientes con estadios tempranos de ERC, generalmente no son diagnosticados ni tratados oportunamente, y con frecuencia, presentan múltiples factores de riesgo concurrentes que incrementan el riesgo para la pérdida de la función renal, desarrollo de complicaciones y muerte cardiovascular precoz. (Sam, 2020).

La enfermedad renal afecta a un 10% de la población mundial y el número de pacientes en Guatemala resulta alarmante, de acuerdo a datos oficiales del ministerio de salud pública y asistencia social, cada día se registran 12 casos nuevos de personas con insuficiencia crónica, por lo tanto más de 4000 casos anuales (Díaz, 2023).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

- Recipientes para recolección de orina
- Hojas de recolección de datos y resultados del paciente
- Tiras para el examen bioquímico de orina
- Guantes
- Papel mayordomo
- Lapiceros
- Alcohol
- Bolsas rojas para desechos bioinfecciosos
- Bolsas negras para basura
- Masking tape
- Mesa de trabajo
- Papel higiénico

### Métodos

Examen Bioquímico de Orina Permite una valoración semicuantitativa de los siguientes valores: Leucocitos, Nitritos, Urobilinógeno, Proteínas, pH, Eritrocitos, Densidad, Cetonas, Bilirrubinas y Glucosa.

La valoración de cada parámetro debe de realizarse en el tiempo indicado (según instructivo), por lo tanto, es muy importante leer las instrucciones de uso y sus especificaciones, ya que varían dependiendo de la marca de tiras bioquímicas utilizadas.

### Muestra

La Primera jornada del Riñón post pandemia se realizó en el Parque Central, zona 1 de Guatemala, el día 14 de marzo del año 2023, en donde se analizaron 163 muestras provenientes de los participantes en la jornada voluntariamente. Se realizó únicamente el examen Bioquímico en las muestras de orina.

## RESULTADOS

Tabla 1.  
Caracterización demográfica de pacientes.

<b>Caracterización demográfica (n= 163)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Edad</b>	
Niños <sup>1</sup>	0.61
Adolescentes <sup>2</sup>	1.84
Jóvenes <sup>3</sup>	5.52
Adultos <sup>4</sup>	46.63
Adulto Mayor <sup>5</sup>	45.40
<b>Sexo</b>	
Mujer	49.00
Hombre	51.00
<b>Etnia</b>	
Indígena	6.00
Ladino	91.00
NE <sup>6</sup>	3.00
<b>Procedencia</b>	
Alta Verapaz	0.61
Baja Verapaz	0.61
Chimaltenango	1.84
El progreso	0.61
El Salvador	0.61
Escuintla	1.84
Guatemala	74.23
Huehuetenango	0.61
Izabal	0.61
Jalapa	0.61
Jutiapa	1.84
Nicaragua	0.61
Quetzaltenango	2.45
Quiche	1.23
Retalhuleu	2.45
Sacatepéquez	1.84
San Marcos	2.45
Santa Rosa	4.29
Totonicapán	0.61

<sup>1</sup>Niños 0-11 años; <sup>2</sup>Adolescentes 12-18 años; <sup>3</sup>Jóvenes 19-26 años; <sup>4</sup>Adultos 27-59 años;  
<sup>5</sup>Adulto mayor 60-90 años; <sup>6</sup>NE: No específica.

Fuente: Datos recolectados en “La Primer Jornada del Riñón post pandemia 2023” realizada en el Parque Central, zona 1 de Guatemala, el día 14 de marzo del año 2023.

En la tabla 1 se detalla la caracterización de la población por edad, sexo, etnia y procedencia. En rangos de edades observamos que se evaluaron una mayor población de adultos (46.63%) así como adultos mayores (45.40), los niños fueron la población menos evaluada con un porcentaje de 0.61%. Con respecto al sexo de los pacientes atendidos un 51% correspondió al sexo masculino y 49% al sexo femenino. El grupo étnico más atendido fue el ladino con un 91% de participación, luego el

indígena con un 6% y los que no especificaron forman el 3%. Por último, en la procedencia esta es muy variada según departamentos del país siendo la mayor población del departamento de Guatemala con un 74.23% y teniendo un 0.61 % de los departamentos de Baja y Alta Verapaz, Totonicapán, El Progreso, Izabal, Huehuetenango y Jalapa. También se contó con participación de personas extranjeras de Nicaragua y El Salvador.

Tabla 2.  
Bioquímica urinaria de pacientes en la jornada del Riñón 2023.

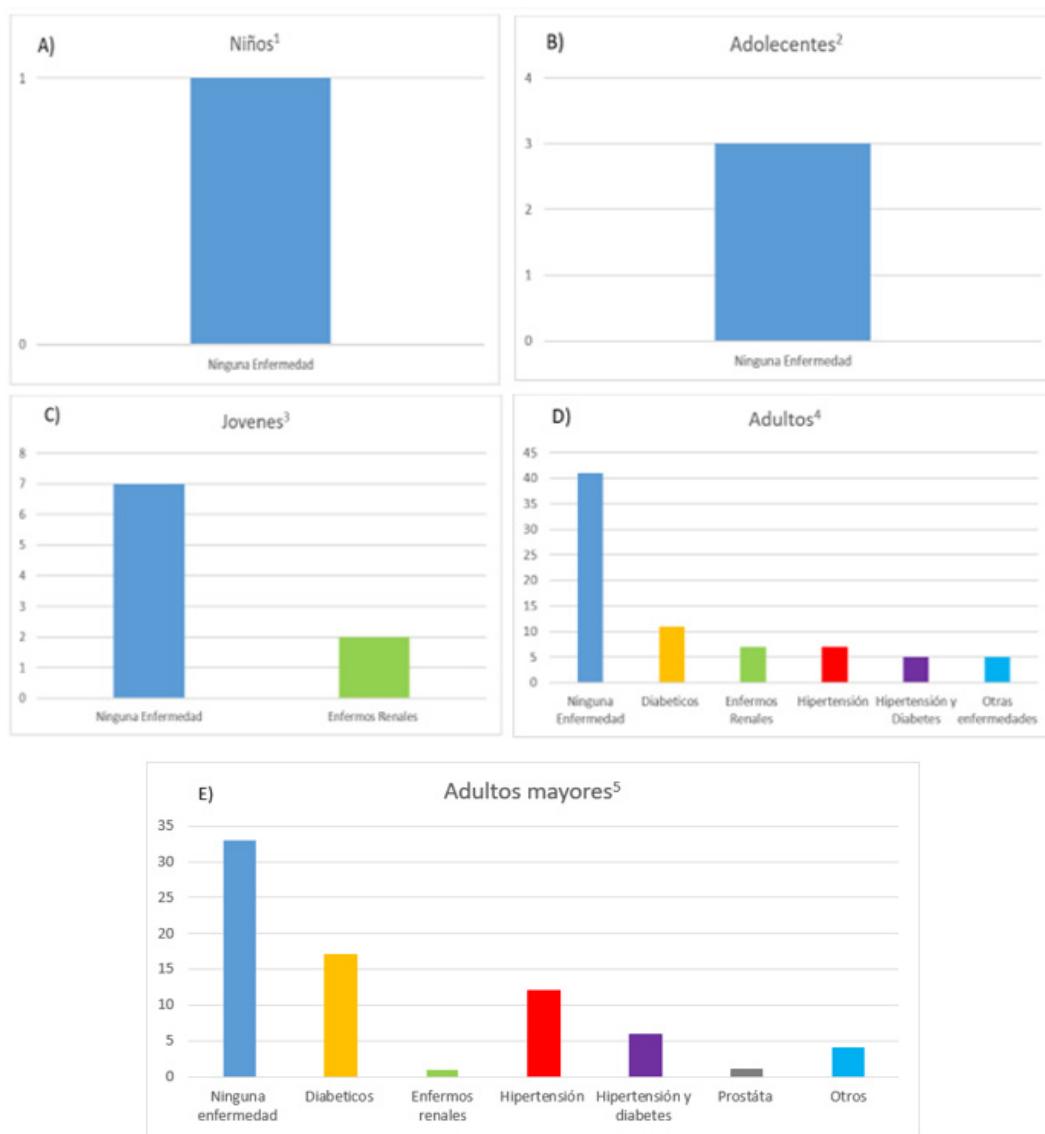
<b>Parámetro</b>	<b>Alterados n (%)</b>	<b>Normales n (%)</b>
<b>Leucocitos</b>	34 (20.86)	129 (79.14)
<b>Nitritos</b>	3 (1.84)	160 (98.16)
<b>Urobilinógeno</b>	5 (3.01)	158 (96.93)
<b>Proteínas</b>	31 (19.02)	132 (80.98)
<b>pH</b>	10 (6.13)	153 (93.87)
<b>Eritrocitos</b>	35 (21.47)	128 (78.52)
<b>Densidad</b>	4 (2.45)	159 (97.54)
<b>Cetonas</b>	10 (6.13)	153 (93.86)
<b>Bilirrubina</b>	11 (6.74)	152 (93.25)
<b>Glucosa</b>	12 (7.36)	151 (92.63)

Fuente: Datos tomados en “La Primer Jornada del Riñón post pandemia 2023” realizada en el Parque Central, zona 1 de Guatemala, el día 14 de marzo del año 2023.

En la tabla 2 se observan los resultados de los 10 parámetros evaluados en la parte bioquímica del uroanálisis. Se observa que el mayor porcentaje de la población evaluada presenta parámetros normales.

Sin embargo, se encontró un mayor porcentaje de anomalía para los parámetros de eritrocitos, leucocitos y proteínas y un menor porcentaje para nitritos.

Gráfica 1. Enfermedades de las pacientes estratificadas por grupos de edades.



<sup>1</sup>Niños 0-11 años; <sup>2</sup>Adolescentes 12-18 años; <sup>3</sup>Jóvenes 19-26 años; <sup>4</sup>Adultos 27-59 años;

<sup>5</sup>Adulto mayor 60-90 años.

Fuente: Datos tomados en “La Primer Jornada del Riñón post pandemia 2023” realizada en el Parque Central, zona 1 de Guatemala, el día 14 de marzo del año 2023.

En la gráfica 1 se observan las enfermedades que los pacientes refirieron padecer en la Jornada del Riñón 2023, estratificado por grupos de edades. Se observó que los niños y adolescentes no refirieron padecer ninguna enfermedad (Gráfica 1A y 1B). Tres de los diez jóvenes que asistieron a la jornada, refirieron ser pacientes renales (Gráfica 1C). Cuarenta y uno adultos no padecían de ninguna enfermedad, mientras que 11 refirieron ser

diabéticos, 7 enfermos renales, 7 hipertensos, 5 hipertensos y diabéticos y 5 refirieron padecer de otras enfermedades como artritis (Gráfica 1D). De los adultos mayores, 33 no padecían de ninguna enfermedad, mientras que 17 eran diabéticos, 1 enfermo renal, 12 hipertensos, 6 hipertensos y diabéticos, 1 padecía de la próstata y 4 refirieron padecer de otras enfermedades (Gráfica 1E).

## DISCUSIÓN

Guatemala cuenta con una población de 14,901,286 habitantes, donde la población femenina es el 51.5% del total, ligeramente superior a la población masculina, dicho patrón no fue observado en la jornada, ya que la población masculina fue ligeramente mayor a la femenina (tabla 1) (INE, 2019). En la ciudad encontramos diversidad de población, la mayor parte de la población es ladina (56%) y maya (41.7%) y un 0.2% de extranjeros (INE, 2019). Esto es debido a la migración interna del país y a su vez externa (Caravanas de migrantes que buscan el tan anhelado “Sueño americano”) de esa cuenta en su pasar por el país algunos se han quedado atrapados en la ciudad siendo evidente en la población que participó, ya que fue variada entre ladinos, mayas y un pequeño porcentaje de extranjeros provenientes de El Salvador y Nicaragua principalmente. Además, se evidenció una mayor participación de adultos y adultos mayores de edades entre 27 - 90 años (ver tabla 1).

La función de los riñones es mantener el equilibrio fisiológico del individuo. Su afectación altera, principalmente, los sistemas circulatorio y óseo, debido a la relación de sus funciones de filtración, equilibrio electrolítico, producción de hormonas y desecho de sustancias, iniciando en el sistema de capilares incluidos en cada unidad funcional: la nefrona, donde se realiza la mayor parte de estas funciones (López, López, Montenegro, Cerecero y Vázquez, 2018).

En algunas ocasiones, las nefronas, pueden ser afectadas o destruidas por la acción lacerante de procesos como: diabetes o hipertensión, inflamación por enfermedades autoinmunitarias o infecciosas; agentes tóxicos (principalmente medicamentos antiinflamatorios no esteroideos y aminoglucósidos), procesos mecánicos provocados por parásitos, el incremento de la presión en los conductos por la obstrucción interna o externa de la vía urinaria inferior, debido a una inflamación, tumores internos o externos, formación excesiva de cristales que originan cálculos renales, incluso por alteraciones genéticas (riñón poliquístico) o cáncer renal. Esto puede causar un daño renal prolongado y provocar insuficiencia renal aguda o crónica que puede llevar al paciente a un estado terminal e incluso la muerte (López, ... Vázquez, 2018). Según las gráficas (1A, 1B, 1C, 1D, 1E) el 52.15% de los pacientes refirió no padecer ninguna enfermedad. Sin embargo, el 42.33% presentó problemas de diabetes e hipertensión así como problemas por otras enfermedades tales como de la próstata o enfermedades autoinmunes. Para la prevención de un daño renal es recomendable e importante realizar chequeos renales periódicos a los pacientes con antecedentes de alguna enfermedad de las antes mencionadas.

Debido a lo explicado anteriormente, el diagnóstico temprano de enfermedad renal es de vital importancia. “La Primer Jornada del Riñón post pandemia 2023”, que se llevó a cabo en el Parque Central de la Ciudad de Guatemala, pretendió ayudar a la población con el análisis de su salud renal. Para ello se utilizó una metodología para el análisis de rutina de orina la cual depende directamente de las habilidades del operador tanto en la lectura del aspecto físico como de la tira de orina careciendo, en general, de un método estandarizado.

La enfermedad renal afecta a un 10% de la población mundial y el número de pacientes en Guatemala resulta alarmante, pues de acuerdo a datos oficiales, cada día se registran 12 nuevos casos de personas con insuficiencia renal crónica –más de cuatro mil casos al año-, que obliga a las instituciones involucradas, incluyendo al Gobierno, atender con responsabilidad el problema ya que sólo en el año 2022 se registró el fallecimiento de 1557 personas por causa de daño renal (Díaz, 2023).

En la jornada, únicamente el 6.75% refirió ser paciente renal. Sin embargo, en la tabla No.2 se logra observar que el 19.02% de los pacientes presentó proteinuria. La proteinuria es la presencia de proteínas en la orina, este parámetro bioquímico ha sido utilizado como un marcador de lesión renal, constituyéndose en uno de los datos con más relevancia para los nefrólogos. Actualmente ha sido asociada a patologías más comunes como hipertensión arterial o diabetes, por lo tanto, ahora es un marcador de enfermedades sistémicas y no solo renales, ver las gráficas (1A, 1B, 1C, 1D, 1E) donde se observa que hay pacientes que refirieron no padecer ninguna enfermedad por lo tanto, se recomienda realizar más pruebas complementarias a los pacientes que presentaron proteinuria para detectar cualquier patología (Escaleante, 2006).

La hematuria se define como la presencia de una cantidad elevada de eritrocitos en la orina. La hematuria es microscópica si existen menos de 300.000 eritrocitos/mL y solamente puede detectarse mediante la tira reactiva y estudio microscópico del sedimento urinario. En la jornada realizada el 21.47% presentó hematuria. Existen varias etiologías para la presencia de eritrocitos en la orina como por ejemplo, una hematuria asintomática aislada, hematuria sintomática o hematuria asintomática con proteinuria (Chacon, 2015). Es recomendable realizar un análisis microscópico de las muestras de orina para poder determinar la morfología de los eritrocitos y así completar el diagnóstico en cuanto a saber si existe o no una lesión renal. El análisis microscópico no fue realizado en la jornada debido a las limitaciones de equipos y personal capacitado para realizarlo.

## AGRADECIMIENTOS

Al Reverendo Rony Germán Sum quien junto a la Asociación Guatemalteca del Riñón apoyan en la preparación de las Jornadas del Riñón que favorece al diagnóstico temprano de las anomalías en el metabolismo del Riñón de la población Guatemalteca.

A la Asociación Guatemalteca del Riñón quienes por medio de jornadas de salud pretenden dar a conocer, concientizar y brindar apoyo en el diagnóstico temprano de enfermedad renal, que cada vez aqueja a más guatemaltecos (as), involucrando a más sectores de la sociedad.

Al Laboratorio Clínico Popular (LABOCLIP) por el apoyo en la logística y con el personal para guiar a los estudiantes de 6to y 8vo ciclo en la lectura y reportes de resultados para los pacientes que participaron en "La Primer Jornada del Riñón post pandemia 2023".

A la Asociación de estudiantes de Química Biológica quienes han organizado y apoyado esta actividad en pro de los y las estudiantes de la carrera de Química Biológica con la finalidad de concientizar la labor social hacia la sociedad guatemalteca, así como fortalecer la ética que se debe mantener en el ejercicio profesional.

Al Laboratorio Clínico de la Unidad de Salud, principalmente a la Licda. Martha Campos y a la Licda. Astrid Robles Quienes apoyaron en revisar que la lectura de las tiras de orina fuese correcta, apoyando a los estudiantes que participaron en la jornada.

A la Corporación integral de Diálisis (Nipro) por brindarnos insumos y apoyo en la logística de la actividad de esta manera nos facilitó la atención a los pacientes que se atendieron en "La Primer Jornada del Riñón post pandemia 2023".

A los Estudiantes del 6to. y 8avo. ciclo de la carrera de Química Biológica por el apoyo y entusiasmo en la atención a los pacientes y la logística de "La Primer Jornada del Riñón post pandemia 2023", los cuales fueron piezas claves para que se realizará dicha actividad. Agradecemos principalmente al Br. Werner González, quien fue de mucho apoyo para los estudiantes que participaron en la jornada.

## REFERENCIAS

Arispe, M. et al. (2019). Importancia del Examen General de Orina, en el Diagnóstico Preliminar de Patología de Vías Urinarias Renales y Sistémicas, en Mujeres Aparentemente Sanas. Revista Con-Ciencia. 7(1): 93-101.

Chacon, G., Delgado, J., (2015). Hematuria. Revista Médica de Costa Rica y Centro América. LXXII(614): 77-81.

Congreso de la República de Guatemala. (2023). Enfermedad Renal, Un mal que no discrimina. [https://www.congreso.gob.gt/noticias\\_congreso/9710/2023/4](https://www.congreso.gob.gt/noticias_congreso/9710/2023/4)

Escaleante, C., Zeledón, F., Ulate, G., (2006). Proteinuria, Fisiología y Fisiopatología aplicada. Acta Médica Costarricense. Vol49(2): 83-89. Fernández, D., Di Chiazza, S., Beyretou, F., González, L. y Romero, C. (2014). Análisis de orina: estandarización y control de calidad. Scielo. 448(2):213-221. Recuperado de: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-29572014000200006&script=sci\\_arttext&tlang=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-29572014000200006&script=sci_arttext&tlang=pt)

INE (2019). XII Censo Nacional de Población y VII de vivienda. Recuperado de <https://www.censopoblacion.gt/>

López, S. et. al. (2018). Análisis de Laboratorio para Diagnóstico Temprano de Insuficiencia Renal Crónica. Revista Mexicana de Urología. 78(1): 73-98.

Sam-Colop, B., (2020). Prevalencia y Mortalidad de Enfermedad Renal Crónica en Guatemala (2008-2018). Ciencia, Tecnología y Salud. 7(1). <https://doi.org/10.36829/63CTS.v7i1.881>

# **DETERMINACIÓN DE CARBAPENEMASAS EN PACIENTES ASINTOMÁTICOS DE LA COMUNIDAD**

## **REPORTE DE DOS CASOS**

Determination of carbapenemases in asymptomatic patients in the community. A report of two cases.

Carla Alvarado<sup>1,2</sup>

Irma Juárez<sup>1</sup>

Patricia Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Área de Microbiología, Laboratorio Clínico Popular, Universidad de San Carlos de Guatemala

<sup>2</sup> Correspondencia:  
carlafabiola.alvarado@gmail.com . 3era. Calle  
6-47 zona 1, Antigua Facultad de Farmacia.  
Teléfono: 22205013. Ciudad de Guatemala

### **RESUMEN**

Las carbapenemasas son un problema de resistencia antimicrobiana conocido a nivel mundial, se les asocia a infecciones nosocomiales. Las medidas de control de los sistemas de salud aún son insuficientes para evitar su diseminación tanto en ambientes hospitalarios como fuera de ellos. La colonización de estas bacterias en pacientes con enfermedades crónicas es alarmante por el riesgo de diseminación de genes de resistencia en la comunidad. Presentamos dos casos: el caso de un paciente post trasplantado renal, que presentó infección urinaria con *Klebsiella pneumoniae* productora de carbapenemasas Oxa-48 y NDM y el caso de una paciente renal con antecedentes de litiasis e infección urinaria asociada a litiasis con *Escherichia coli* productora de carbapenemasa NDM, ambos acuden a un laboratorio universitario de la ciudad de Guatemala que atiende pacientes ambulatorios.

Palabras clave: Colonización, carbapenemasa, pacientes ambulatorios, padecimiento renal, laboratorio clínico.

### **ABSTRACT**

Carbapenemases are a problem of antimicrobial resistance known worldwide, they are associated with nosocomial infections. The control measures of health systems are still insufficient to prevent its spread both in hospital environments and outside them. The colonization of these bacteria in patients with chronic diseases is alarming due to the risk of dissemination of resistance genes in the community. We present two cases: the case of a post-kidney transplant patient, who presented urinary infection with *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase producer Oxa-48 and NDM and the case of a kidney patient with a history of lithiasis and urinary infection associated with lithiasis with *Escherichia coli* carbapenemase NDM producer, both go to a university laboratory in Guatemala City that treats outpatients.

Keywords: Colonization, carbapenemase, outpatients, kidney disease, clinical laboratory.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de orina de los pacientes fueron recibidas y procesadas en el área de Microbiología del Laboratorio Clínico Popular, ambas muestras tuvieron crecimiento de más de 100,000 UFC/ml del microorganismo aislado. Se identificó y realizó la sensibilidad antibiótica a los microorganismos aislados en el equipo Vitek compact 2 ® , el cual identificó *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli* respectivamente, la sensibilidad antibiótica se determinó utilizando los puntos de corte proporcionados por CLSI y se detectó la posible presencia de carbapenemasa, el cual se confirmó con la prueba inmuno Cromatográfica carba-5 ® y posteriormente para el caso No. 1 la muestra fue enviada al Laboratorio Nacional de salud de Guatemala donde se confirmó por técnicas moleculares la presencia de NDM y Oxa 48.

## PRESENTACIÓN DE LOS CASOS

Caso 1. Paciente de sexo masculino de 38 años de edad. Originario de Guatemala. Llega con regularidad al laboratorio desde el 2018, es reconocido como paciente renal y en enero del 2023 es trasplantado. Se realizó tres chequeos en el laboratorio desde el trasplante, mostrando mejoría en sus valores séricos sanguíneos renales luego de la cirugía. El 17 de abril se realiza chequeo controles de análisis de rutina de orina y cultivo, los cuales fueron normales y sin evidencia de infección urinaria. El paciente refiere tomar antibiótico profiláctico y no indica dosis exacta : Una dosis diaria de Trimetoprim sulfametoxazol y una dosis de Fosfomicina una vez a

la semana. El 25 de abril acude nuevamente a realizarse un control de urocultivo sin examen de orina general y en esta ocasión se le aisló una *Klebsiella pneumoniae* productora de dos carbapenemas y sin producción de Beta Lactamasa de Espectro Extendido (BLEE). La identificación de las carbapenemas se realizó con una prueba rápida y se envió la cepa al Laboratorio Nacional de Salud para su tipificación fenotípica y genotípica. El laboratorio de referencia confirmó la resistencia a los antibióticos que fue igual a la realizada en el laboratorio e identificó por técnicas moleculares las carbapenemas tipo NDM y Oxa 48.

Caso 2. Paciente de sexo femenino de 11 años de edad, originaria de Guatemala. Acude regularmente al laboratorio desde el 2021. Es tratada por litiasis renal y reflujo vesical urinario. En diciembre del 2021 se le realiza cirugía para retirar los litos y desde entonces no ha tenido síntomas de infecciones urinarias. En mayo del 2022 fue sometida a cirugía para reimplante del uréter vesical derecho para corregir el reflujo vesical y se continúa con la realización de controles de urocultivos de manera periódica. Se realizó 3 urocultivos en marzo, mayo y junio del 2023 respectivamente, aislando en los tres cultivos más 100,00 UFC/ml de *Escherichia coli*. En ninguno de los tres cultivos refirió tener síntomas de infección urinaria. La madre de la paciente refirió que toma antibiótico como profiláctico pero no indicó el nombre. En los cultivos de marzo y junio el equipo Vitek compact 2 sugiere investigar la presencia de una carbapenemasa, la cual se confirma en ambas ocasiones con el método Carba-5 siendo de tipo NDM. Ambos aislamientos son negativos para la presencia de Betalactamasa de espectro extendido (BLEE).

## RESULTADOS

Tabla No. 1. Identificación de mecanismos de resistencia

	<b>Caso 1</b>	<b>Caso 2</b>
<b>Bacteria aislada</b>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Escherichia coli</i>
<b>BLEE*</b>	Negativo	Negativo
<b>Resultado Vitek 2</b>	Confirmar presencia de carbapenemasa	Confirmar presencia de carbapenemasa
<b>Resultado Carba-5</b>	NDM y OXA 48	NDM
<b>Resultado molecular</b>	NDM y OXA 48	No realizado
<b>Padecimiento renal</b>	Paciente post trasplante	Litiasis renal

\*BLEE: Betalactamasa de espectro extendido

Diagnóstico microbiológico  
Tabla No. 2. Sensibilidad antibiótica de los resultados

<b>Antibiótico</b>	<b>Caso No.1</b>	<b>Caso No.2</b>	
	<b><i>Klebsiella pneumoniae</i></b>	<b><i>Escherichia coli</i></b>	
<b>Amikacina</b>	4 (S)*	8 (I)	
<b>Ampicilina sulfactam</b>	≥ 16 (R)	≥ 16 (R)	>= 32
<b>Cefazolina</b>	≥ 32 (R)	≥ 32(R)	>= 64
<b>Ceftazidima</b>	≥ 32 (R)	≥ 32 (R)	>= 64
<b>Ceftriaxona</b>	≥ 32 (R)	≥ 32 (R)	>= 64
<b>Ciprofloxacina</b>	≥ 2 (R)	0.12 (S)	>= 4
<b>Ertapenem</b>	≥ 4 (R)	≥ 4 (R)	>= 8
<b>Fosfomicina</b>		≤ 16 (S)	
<b>Gentamicina</b>	≥ 32 (R)	≤ 1 (S)	>= 16
<b>Meropenem</b>	≥ 8 (R)	≥ 8 (R)	>= 8
<b>Nitrofurantoína</b>	128 (R)	≤ 16 (S)	128
<b>Norfloxacina</b>	≥ 8 (R)	-	
<b>Trimetoprim/sulfametoaxazol</b>	160 (R)	160 (R)	>= 320

\*(S)= Susceptible, (I)= Intermedio, (R)= Resistente

## DISCUSIÓN

La colonización de bacterias multirresistentes en pacientes que acuden con frecuencia a ambientes hospitalarios constituye un riesgo para la diseminación de genes de resistencia y posteriores infecciones en el mismo paciente u otros. Un paciente colonizado es aquel en el que se ha aislado un microorganismo de cualquier muestra biológica sin elementos clínicos o paraclínicos de infección (1). Los padecimientos renales en Guatemala han ido en aumento lo que ha provocado el desbordamiento de los servicios de salud (2) y que cada vez, más pacientes realicen sus controles en laboratorios ambulatorios como es el caso del Laboratorio Clínico Popular(LABOCLIP), un laboratorio universitario que brinda servicios a la población guatemalteca, además de impartir docencia a estudiantes de la carrera de Química Biológica. Su principal grupo atendido son personas de escasos recursos y pacientes con enfermedades crónicas. Los dos casos presentados tienen en común el padecimiento renal, haber estado

hospitalizados una o dos veces en el último año y que han sido controlados en centros de salud nacional. El chequeo médico incluye de manera periódica el cultivo de orina como vigilancia, ya que anterior a sus tratamientos y procedimientos habían padecido de constantes infecciones urinarias. En los últimos chequeos realizados en el laboratorio han referido que no presentan sintomatología relacionada a infecciones urinarias, pero los cultivos de orina han sido positivos con la presencia de carbapenemasas, lo que los clasifica como pacientes colonizados. Se utilizó el equipo Vitek compact 2® para realizar la sensibilidad antibiótica y los puntos de corte utilizados para la determinación de la sensibilidad fueron los sugeridos por el CLSI; el resultado de ambos pacientes fue sugestivo de carbapenemasa por lo que se procedió a confirmar con el test carba-5, una prueba de tamizaje inmunocromatográfico que detecta algunas variables de las enzimas más comúnmente aisladas IMP, NDM,

VIM, OXA 48, y KPC. La muestra del paciente al que se le identificó dos de estas enzimas, NDM y OXA-48, se refirió al laboratorio Nacional de Salud para confirmar este resultado mediante el uso de técnicas moleculares, ambos resultados fueron positivos a la presencia de estas enzimas.

Al ser pacientes ambulatorios se tiene la dificultad de no poderles dar seguimiento personalizado por no tener información exacta de su esquema de mantenimiento o de conocer el detalle de su historial médico, ya que no hay comunicación directa con los médicos tratantes.

La identificación de carbapenemas en Guatemala es limitada ya que aún no se buscan estos mecanismos de resistencia como procedimientos de rutina debido al alto costo que representa, ante la demanda y necesidad, los hospitales nacionales han implementado los procedimientos de identificación sin embargo, los recursos aún son escasos (2) (4). Actualmente no existe una red de vigilancia nacional de laboratorios ambulatorios para bacterias multirresistentes, El LABOCLIP recibe un alto porcentaje de pacientes con padecimientos renales por lo que implementó la vigilancia y confirmación de carbapenemas con el apoyo del Laboratorio Nacional de Salud. El trabajo multidisciplinario pero ante todo el compromiso que como trabajadores de salud tenemos sobre la divulgación, manejo y seguimiento de los pacientes colonizados con bacterias multirresistentes ayuda a disminuir la diseminación y complicación. La divulgación de estos casos justifica la implementación de una red de vigilancia por el bien de una comunidad en la que la resistencia bacteriana a los antibióticos aumenta de manera agigantada.

## AGRADECIMIENTOS

- Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad
- Laboratorio Clínico Popular
- Laboratorio Nacional de Salud

## REFERENCIAS

- Devi, L., Broor, S., Rautela, R., Grover, S., Chakravarti, A. y Chattopadhyay, D. (2020) Increasing Prevalence of *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* Producing CTX-M-Type Extended-Spectrum Beta-Lactamase, Carbapenemase, and NDM-1 in Patients from a Rural Community with Community Acquired Infections: A 3-Year Study. International Journal of Applied and Basic Medical Research, Vol. 10, Issue 3.156-163.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7534723/>
- Garrido, M. A. (2014) Determinación de carbapenemas en aislamientos de *Escherichia* y *Klebsiella* spp. aisladas en el hospital General San Juan de Dios. (Tesis de grado, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala).  
<https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/QB1111.pdf>
- Gebremedhin, M., Weldu, Y., Kahsay, A., Teame, G. and Adane, K. (2023) Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase and Carbapenemase-Producing Gram-Negative Bacteria and Associated Factors Among Patients Suspected of Community and Hospital-Acquired Urinary Tract Infections at Ayder Comprehensive Specialized Hospital, Tigrai, Ethiopia. Infection and Drug Resistance. 23:16 4025-4037.  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/IDR.S412350>
- Guerra Carías, E., Valenzuela Acevedo, L. y Velásquez Porta, T. (2020). Caracterización de carbapenemas en enterobacterias de muestras de pacientes que acudieron al Hospital General San Juan de Dios de la ciudad de Guatemala durante 2014 y 2015. Revista Científica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 29(2), 12–22.  
<https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v29i2.34>
- Henderson, J., Ciesielczuk, H., Nelson, S. M. and Wilks, M. (2019) Community prevalence of carbapenemase-producing organisms in East London. Journal of Hospital Infection Vol. 103, Issue 2, Oct 2019, 142-146  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195670119301835>
- Lee, J., Sunny, S., Nazarian, E., Fornek, M., Abdallah, M., Episcopia, B., Marie-Claire, R. and Quale, J. (2023). Carbapenem-Resistant *Klebsiella pneumoniae* in Large Public Acute-Care Healthcare System, New York, New York, USA, 2016–2022. Emerging Infectious Diseases, 29(10), 1973-1978. Centers for Disease Control and Prevention.  
<https://doi.org/10.3201/eid2910.230153>.
- Leiva, G. y Chifflet, L. (2018) Recomendaciones para cuidados a pacientes portadores de microorganismos multirresistentes que reciben tratamiento con diálisis en forma ambulatoria. Fondo Nacional de Recursos: Medicina Altamente Especializada. Equipo de Seguimiento de IMAE Nefrológicos Fondo Nacional de Recursos.

[https://www.fnr.gub.uy/sites/default/files/publicaciones/asistencia\\_pacientes\\_germenes\\_resistentes\\_da mbulatoria.pdf](https://www.fnr.gub.uy/sites/default/files/publicaciones/asistencia_pacientes_germenes_resistentes_da mbulatoria.pdf)

Mendieta Astudillo, V., Gallegos Merchan, J. D., y Peña Cordero, S. J. (2021). Frecuencia de (BLEE) (AmpC) y CARBAPENEMASAS en muestras de urocultivo, en cepas de Escherichia Coli de origen comunitario. *Revista Vive*, 4(11), 387–396.  
<https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i11.101>

Quispe Pari, J., Ingaruca, J., Castro, A., Castro, M., Ccoicca, F., Montalvo, R., Prieto, A. y Salvador, F. (2018) Klebsiella pneumoniae productora de carbapenemasas en Perú: reporte de caso y discusión de la resistencia a los antimicrobianos. *Revista Médica revisada por pares*. (3 de abril del 2018).

<https://www.medwave.cl/investigacion/casos/7191.html>

Rojo, V., Vásquez, P., Reyes, S. Puente Fuertes, L. y Cervero, M. (2018) Factores de riesgo y evolución clínica de las infecciones causadas por Klebsiella pneumoniae productora de carbapenemasas en un hospital universitario de España. Estudio de casos y controles. *Revista Española de Quimioterapia*. 2018;31(5): 427-434.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6194862/>

Romero, G., Corso, A., Pasterán, F., Shal, J., Sosa, A., Pillonetto, M., Tigulini, R., Hormozábal, J., Araya, P., Saavedra S., Ovalle, M., Jimenez, M., Chanto, G., Carbon, E., Mazariegos, C., Gonzalez, S., Satán-Salazar, C., Villavicencio, F., Melgarejo, N... Melano, R. (2022) Increased Detection of Carbapenemase-Producing Enterobacteriales Bacteria in Latin America and the Caribbean during the COVID-19 Pandemic. *Emerging Infectious Diseases*, Centers for Disease Control and Prevention. Vol. 27, No. 11.  
[https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/28/11/22-0415\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/28/11/22-0415_article)

Soria-Segarra, C., Delgado-Valverde, M., Serrano-García, M., López-Hernández, M., Navarro-Mari, J. y Gutierrez-Fernandez, J. (2021) Infecciones en pacientes colonizados con bacterias gramnegativas resistentes a carbapenémicos en una ciudad media española. *Revista Española de Quimioterapia*. doi:10.37201/req/021.2021  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8638834/>

Soriano-Moreno, D., Yareta, J., Rojas-Cosi, A., Fajardo-Loyola, A., León-Luna, D., Castillo-Quezada, I., Laura-Bejarano, M., Hilario-Sánchez, M., Galarza-Pérez, M. y Marcos-Carbalal, P. (2021) Efluentes hospitalarios como reservorio de enterobacterias productoras de betalactamasas y carbapenemasas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 2021;38(2):302-7.  
[https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.382.6202.](https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.382.6202)

Vanegas Múnера, J. y Jimenez Quiceno, N. (2018) Colonization and risk of infection by multidrug-resistant bacteria in hemodialysis patients: a topic of concern. *Asociación Colombiana de Infectología*. 2019; 23(2): 205-211.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&p\\_id=S0123-93922019000200205&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&p_id=S0123-93922019000200205&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

Vera-Leiva, A., Barría-Loaiza, C., Carrasco-Anabalón, S., Lima, C., Aguayo-Reyes, A., Domínguez, M., Bello-Toledo, H., y González-Rocha, G. (2017). KPC: Klebsiella pneumoniae carbapenemasa, principal carbapenemasa en enterobacterias. *Revista chilena de infectología*, 34(5), 476-484.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182017000500476>

Zhu, Y., Cao, X., Chu, F. and Li, X. (2022) Community prevalence of carbapenemase-producing Gram-negative bacteria. *Tropical Journal of Pharmaceutical research*. August 2021; 20 (8): 1757-1763  
<http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v20i8.29>

**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO CONVENCIONAL Y/O ALTERNATIVO EN PACIENTES HIPERGLUCÉMICOS ATENDIDOS EN LABORATORIOS CLÍNICOS DE LA RED DE SALUD GUATEMALTECA DONDE SE REALIZA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE QUÍMICA BIOLÓGICA DURANTE EL PERÍODO DE AGOSTO A NOVIEMBRE DEL 2023.**

Evaluation of the effectiveness of conventional and/or alternative treatment in hyperglycemic patients attended in clinical laboratories of the Guatemalan health network where Supervised Professional Practice of Biological Chemistry is performed during the period from August to November 2023.

Sheyla María González Estrada<sup>1</sup>, María Andrea Ordoñez Sarg<sup>1</sup>, Karen Maritza Jiménez Rodas<sup>1</sup>, Yeimy Rocio Herrera Hernández<sup>1</sup>, José Emanuel Sicán Ruch<sup>1</sup>, Andrea Alejandra Otzoy Serrano<sup>1</sup>, Carlos Alberto Cosseman Morales<sup>1</sup>, Martha Adela González Recinos<sup>1</sup>, Estefany Mishelle Xinico Aju<sup>1</sup>, Evelyn Yessenia Acal Tejaxún<sup>1</sup>, María de los Ángeles García Quiñonez<sup>1</sup>, Erwin Emilio García Fuentes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Epesista de Química Biológica, Programa de EDC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala

<sup>2</sup> Correspondencia: 3<sup>a</sup> calle 6-47 zona 1, ciudad de Guatemala, Guatemala. Correo: qbusaceps@gmail.com

## RESUMEN

La hiperglucemia es un trastorno metabólico que se caracteriza por la presencia de niveles elevados de glucosa en la sangre causado por la falta de insulina, puede ocasionar daños en órganos como ojos, riñones y corazón. En Guatemala debido a diversas precariedades la población utiliza la medicina tradicional, haciendo uso de conocimientos ancestrales que han ido pasando de generación en generación, basada en plantas. La investigación evaluó la efectividad del tratamiento convencional y/o alternativo en pacientes hiperglucémicos, así también se identificó el efecto del tratamiento convencional/alternativo y sus posibles complicaciones asociadas a pie diabético y/o riesgo de enfermedad renal. Se encuestaron 672 pacientes hiperglucémicos de distintos centros Hospitalarios, se pudo observar mayor porcentaje de hiperglucemia leve en mujeres con tratamiento convencional (10.71%), en el sexo masculino presentó mayor porcentaje en hiperglucemia grave con tratamiento convencional (4.46%). En el análisis cuantitativo estadístico evidenció que hay una correlación entre el sexo femenino, el nivel de hiperglucemia con el no recibir tratamiento  $p=0.004$ . Se pudo observar que los pacientes que únicamente emplean tratamiento convencional y tratamiento alternativo de manera independiente presentan niveles leves de hiperglucemia, sin embargo, no se pudo establecer complicaciones asociadas a pie diabético y/o riesgo de enfermedad renal debido a la poca cantidad de datos. Las plantas utilizadas como tratamiento alternativo con mayor porcentaje reportado corresponden a la hoja de insulina y la hoja de guayaba las cuales tienen propiedades antidiabéticas y contienen una variedad de componentes bioactivos.

## ABSTRACT

Hyperglycemia is a metabolic disorder characterized by the presence of high levels of glucose in blood caused by a lack of insulin, which can cause organ damage. In Guatemala, due to various precariousness, the population uses traditional medicine, making use of ancestral knowledge that has been passed down from generation to generation, based on plants. The research evaluated the effectiveness of conventional and/or alternative treatment in hyperglycemic patients, and the effect of conventional/alternative treatment and its possible complications associated with diabetic foot and/or risk of kidney disease were also identified. 672 hyperglycemic patients from



different hospitals were surveyed; a higher percentage of mild hyperglycemia was observed in women with conventional treatment (10.71%), in males the percentage of severe hyperglycemia with conventional treatment was higher (4.46%). The quantitative statistical analysis showed that there is a correlation between the female sex, the level of hyperglycemia and not receiving treatment  $p=0.004$ . It was observed that patients who only use conventional treatment and alternative treatment independently present mild levels of hyperglycemia; however, complications associated with diabetic foot and/or risk of kidney disease cannot be established due to the small amount of data. The plants used as an alternative treatment with the highest percentage reported correspond to insulin leaf and guava leaf, which have antidiabetic properties and contain a variety of bioactive components.

## INTRODUCCIÓN

La hiperglucemia es un trastorno metabólico grave causado por la falta de insulina, afectando alrededor del 0.2% de la población mundial. La insulina influye en el metabolismo de la glucosa en diferentes tejidos, especialmente en el hígado, donde regula la degradación del glucógeno y la síntesis de glucosa. A largo plazo, la hiperglucemia puede dañar órganos como ojos, riñones, nervios y corazón. Detectarla precozmente es esencial para implementar medidas preventivas y tratamientos adecuados, ya que representa una carga significativa para los sistemas de salud, especialmente en países como Guatemala.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento con medicina alternativa en los niveles de glucosa en pacientes hiperglucémicos en Hospitales donde se realiza el Ejercicio Profesional Supervisado de Química Biológica en el período de agosto a noviembre del 2023. También se identificó la prevalencia de pacientes que utilizan tratamiento con medicina alternativa, describiendo la dosis y frecuencia de consumo de medicina alternativa en los pacientes atendidos en el hospital, estableciendo la relación de daño en pacientes que consumen medicina alternativa.

Se identificaron los pacientes hiperglucémicos en la plataforma de base de datos del laboratorio. Posteriormente se le entregó un consentimiento informado y una encuesta al paciente para obtener información útil, luego se tabularon en la base de datos donde se pudo observar la relación entre la predisposición del pie diabético y enfermedad renal, y el método de tratamiento usado en cada paciente para tratar la hiperglucemia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Universo y muestra de trabajo

#### Universo

Pacientes hiperglucémicos que fueron atendidos en laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca donde se realiza Ejercicio Profesional Supervisado de Química Biológica.

#### Muestra

Pacientes hiperglucémicos que asistieron a los distintos laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca donde se realiza Ejercicio Profesional Supervisado de Química Biológica, en los meses de agosto a noviembre del 2023, que consumen medicina tradicional y/o alternativa, con problemas renales y/o pie diabético.

#### Criterios de inclusión:

Pacientes mayores de edad que presentan hiperglucemia.

Pacientes que presentan hiperglucemia que padecen pie diabético y/o riesgo de enfermedad renal.

#### Criterio de exclusión:

Pacientes menores de edad.

### Recursos

#### Humanos

##### Investigadores

- Sheyla María González Estrada, María Andrea Ordoñez Sarg , Karen Maritza Jiménez Rodas, Yeimy Rocio Herrera Hernández, José Emanuel Sicán Ruch, Andrea Alejandra Otzoy Serrano, Carlos Alberto Cosseman Morales, Martha Adela González Recinos, Estefany Mishelle Xinico Aju, Evelyn Yessenia Acual Tejaxún, María de los Ángeles García Quiñonez

## Asesor y revisor

- Licenciado Emilio García Fuentes

## Institucionales

Hospital Pedro de Bethancourt, Antigua Guatemala; Laboratorio Clínico Popular (Laboclip), Guatemala; Hospital El Progreso, Guastatoya, El Progreso; Hospital de Tiquisate, Escuintla; Hospital de Chimaltenango; Hospital de Jutiapa; Hospital Nacional de San Pedro Necta; Hospital Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz; Hospital Nacional de Huehuetenango "Dr. Jorge Vides Molina"; Hospital Regional de Cobán y Centro de Atención Permanente, Tactic, Alta Verapaz

En cada laboratorio clínico se contaba con un equipo automatizado o semiautomatizado con el que se determinó la glucosa en sangre, empleando diferentes principios como la glucosa-oxidasa y hexoquinasa / G-6-PDH. Cada hospital, centro de atención o laboratorio cuentan con valores de normalidad distintos, por lo tanto, se estableció el rango de referencia para normalidad 70 - 115 mg/dL. Así mismo se establecieron los niveles de hiperglucemia siendo estos:

Leve: 116 - 139 mg/dL; Moderado: 140 - 200 mg/dL; Grave: >200 mg/dL

## Físicos

### Equipos

- Equipos de cómputo
- Impresora

### Software

- Excel
- 4DLab
- Infinity
- JAMOVI

### Insumentos

- Hojas impresas con el consentimiento informado
- Hojas impresas con encuesta

### Aspectos técnicos y legales

Todos los resultados obtenidos en este estudio se manejaron con confidencialidad entre los pacientes y los hospitales. Para cumplir con esto se realizó el consentimiento informado que asegurará a los pacientes la confidencialidad de sus respuestas (anexo 2).

### Procedimiento

#### Encuesta a pacientes hiperglucémicos

- Se identificó a los pacientes hiperglucémicos empleando la plataforma de base de datos del laboratorio.
- Se informó al paciente sobre el consentimiento informado.

- Posteriormente se localizó a los pacientes y encuestó directamente para recoger resultados
- Para determinar si el paciente se encontraba con riesgo de enfermedad renal se observó el valor de creatinina y si se encontraba alterado se clasificó en esa categoría (para los laboratorios que poseían la prueba).
- La información de pacientes con pie diabético se recolectó al momento de ir a los servicios de los hospitales, dependió del acceso y facilidad que tenía cada uno de los investigadores.
- Se tabularon las respuestas en la base de datos de Excel.
- Mediante el programa JAMOVI se procedió a buscar la correlación entre las variables

## Análisis de datos

Los datos obtenidos mediante la encuesta se registraron en la base de investigación que incluye los parámetros de: encuestador, lugar de encuesta, sexo, edad, servicio, diagnóstico, tipo y frecuencia de tratamiento (anexo 3).

## Diseño experimental

La muestra empleada dependió de la cantidad de pacientes hiperglucémicos atendidos en cada laboratorio clínico de la red de salud guatemalteca donde se realiza Ejercicio Profesional Supervisado de Química Biológica durante el periodo de agosto a noviembre del 2023, presentándose una variación de datos, entre los encuestadores, de pacientes hiperglucémicos; además la recolección de los datos de pacientes con pie diabético y/o enfermedad renal, quedó a posibilidades de cada laboratorio. Se empleó el método estadístico de la prueba de Anova de un factor (no paramétrico) para analizar la relación entre los datos obtenidos, mediante el programa JAMOVI.

## RESULTADOS

En la tabla 1 anexo 4 se observa que de todos los pacientes hay un mayor número que tiene un nivel de hiperglucemia leve que corresponde al 39,73% (267/672), el 30,95% (208/672) tiene un nivel moderado y el 29,31% (197/672) tiene un nivel grave. También se observa que el 39,43% (265/672) recibe un tratamiento convencional, el 7,74% (52/672) recibe un tratamiento alternativo, el 35,71% (240/672) recibe ambos tratamientos y un 17,11% (115/672) no recibe un tratamiento. De igual manera el 14,43% (97/672) de todos los pacientes hiperglucémicos tiene un nivel leve de hiperglucemia y recibe un tratamiento convencional, respecto al

nivel grave de hiperglucemia el 2,08% (14/672) no recibe tratamiento y el 14,58% (98/672) recibe un tratamiento convencional simultáneo con alternativo. En el análisis cuantitativo estadístico observado en el anexo 5 se evidenció que hay una correlación entre el nivel de hiperglucemia con el no recibir tratamiento ( $p=0.013$ ).

La Tabla 2 Anexo 6, presenta los niveles de hiperglucemia entre los tipos de tratamiento y sexo de pacientes, en todas las clasificaciones de tipo tratamiento se evidencia que el sexo femenino muestra una mayor frecuencia de hiperglucemia leve; en tratamiento convencional el mayor porcentaje es leve de 10,71% (72/672), tratamiento alternativo con hiperglucemia leve 3,27% (24/672), tratamiento convencional/alternativo con hiperglucemia grave 10,42% (70/672) y sin tratamiento hiperglucemia leve 7,59% (51/672). En el análisis cuantitativo estadístico observado en el anexo 7 se evidenció que hay una correlación entre el sexo femenino, el nivel de hiperglucemia con el no recibir tratamiento ( $p=0.004$ ).

En la tabla 3 anexo 8 se observa la relación entre el nivel de glucosa con el tratamiento convencional, alternativo, convencional con alternativo y sin uso de tratamiento segmentado por edad. El nivel de hiperglucemia observado con mayor frecuencia al usar tratamiento convencional fue leve principalmente en el grupo etario de pacientes mayores de 60 años con un 12.83% (34/265). 52 pacientes de los 672 entrevistados consumían solo tratamiento alternativo de ellos 34 pacientes presentaron hiperglucemia leve siendo los del grupo etario de 29 a 39 años los de mayor porcentaje 21.57% (11/52) mientras que en el uso de ambos tratamientos simultáneamente presentó en mayor porcentaje niveles de hiperglucemia moderado siendo el grupo etario más afectado los mayores de 60 años con 16.25% (39/240). Los pacientes que no utilizaron ningún tratamiento se observaron mayoritariamente en pacientes de 18-28 años con hiperglucemia leve con 26.09% (30/110).

En la tabla 4 anexo 9 se presenta la relación de hiperglucemia con el tratamiento convencional y/o alternativo y la condición médica del paciente. La mayor cantidad de pacientes presenta solamente hiperglucemia con un porcentaje del 82,89% (557/672), seguido de enfermedad renal con un 11,1% (74/672), siendo los más relevantes. De los resultados mencionados, los siguientes porcentajes corresponden a pacientes con hiperglucemia leve: 13,10% (88/627) de pacientes apegados al tratamiento convencional, un 4,91% (33/627) apegados a un tratamiento alternativo y un 11,90% (80/672) los cuales no contaban con ningún tipo de tratamiento al momento de la recolección de datos. Los pacientes con tratamiento convencional y alternativo presentaron un 10,71% (72/672) un nivel

de hiperglucemia moderado, elevado respecto a los otros grupos. Se presentaron 5,21% (35/672) datos de pacientes que presentaron únicamente pie diabético, de los cuales, el 37,14% (13/35) presentaron un nivel de hiperglucemia grave con tratamiento convencional; se presentaron 6 pacientes con pie diabético y riesgo de enfermedad renal 0,89% (6/672) de los cuales 3 pacientes con tratamiento convencional presentaron hiperglucemia grave y uno moderado además 2 pacientes con tratamiento simultáneo de tratamiento convencional y alternativo presentaron hiperglucemia grave. En total, se presentaron 41 casos de pie diabético donde el mayor reporte de casos fue en Fray Bartolomé de las Casas (10/41) seguido de San Pedro de Betancourt (9/41) y Chimaltenango (8/41).

En la Tabla 5 anexo 10 se presentan los datos de los tipos de tratamiento alternativo que reportaron más frecuentemente los diferentes laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca; siendo el más frecuente la hoja de insulina con 106 datos encontrándose el mayor porcentaje en el Hospital Pedro de Bethancourt, Antigua Guatemala 23,58% (25/106); seguido de la hoja de guayaba con 102 datos reportándose el mayor porcentaje en el Hospital El Progreso, Guastatoya 19,61% (20/102). Con menor proporción se reportaron las siguientes plantas como tratamiento alternativo: el nopal con 29 datos siendo el 89,66% (26/29) del Hospital Regional de Cobán seguido de Jamaica con 23 datos donde el 56,52% (13/23) pertenecen al Hospital de Jutiapa, consecutivamente la verbena con 16 datos donde el Hospital Pedro de Bethancourt obtuvo el 50% (8/16) y finalmente la hoja de higo con 16 datos donde el 31,25% (5/16) es del Hospital Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz y también el 31,25% (5/16) del Hospital de Jutiapa.

## DISCUSIÓN

Existen diferentes tipos de tratamientos que utilizan los pacientes con niveles de hiperglucemia, ya sea un tratamiento convencional, alternativo o incluso sin tratamiento. En la tabla 1 se observó 98 pacientes que utilizan un tratamiento convencional simultáneo con alternativo que se encuentran en un nivel de hiperglucemia grave (14,58%), esto puede deberse a que el paciente opte por cambiar la dosis del tratamiento convencional o incluso lo suspende por cierto tiempo ingiriendo con más frecuencia el alternativo debido por automedicación lo que genera una alteración en la eficiencia del tratamiento y por ello se encuentran en niveles de glucosa >201. Es importante mencionar que algunas veces este cambio

de tratamiento sucede por falta de ingresos económicos, de abastecimiento en farmacias o algún tipo de efecto secundario que les genere a los pacientes (Gutiérrez, 2019).

Existe una deficiencia de estudios sobre la eficiencia e incluso de la dosis correcta a utilizar de los tratamientos alternativos. Un estudio realizado en Sevilla en 2019 nos indica que al momento de utilizar un tratamiento alternativo es necesario que sea personalizado, ya que va a influir la alimentación del paciente, la preparación, la hora y la dosis en la que se ingiere (Gutiérrez, 2019). Además, se observó que 97 pacientes utilizan solamente tratamiento convencional y su nivel de hiperglucemia se encuentra leve, lo cual demuestra que al seguir el tratamiento farmacológico se van a encontrar los niveles de glucosa más estables y con menos riesgo de agravarse.

Existen 82 pacientes que no han utilizado tratamiento y 34 pacientes que utilizan un tratamiento alternativo, ambos tipos de tratamiento se encuentran en un nivel de hiperglucemia leve, esto puede deberse a diferentes factores, como los hábitos alimenticios, la edad, el índice de masa corporal, la función de las células  $\beta$ , la producción de insulina, ya que se sabe que nuestro sistema entra en estado de compensación cuando se pierde el equilibrio, por lo que por cierto tiempo no habrá alteraciones significativas (Gutiérrez, 2019).

En el anexo 5 se demuestra que solamente hay significancia estadística entre los niveles de hiperglucemia al no utilizar tratamiento debido a que el valor de  $p$  obtenido (0,013) es menor a 0,05 por lo que hay evidencia para rechazar la hipótesis nula en favor de la hipótesis alterna, la cual indica que los niveles de glucosa en pacientes hiperglucémicos si tienen relación con el tipo de tratamiento ya sea alternativo y/o convencional, en este caso, en 115 pacientes que no cuentan con ningún tipo de tratamiento. La situación podría explicarse por el hecho de que los pacientes que no siguen ningún tratamiento se ubican mayoritariamente en el rango leve de hiperglucemia. Esto sugiere una correlación entre la ausencia de tratamiento y la manifestación de hiperglucemia en su forma más leve, lo cual puede deberse a que estos pacientes iniciaban con la enfermedad y no tenían conocimiento de la alteración en sus niveles de glucosa sérica. Sin embargo, resaltamos que cualitativamente se demostró que el consumo exclusivo de tratamiento alternativo o tratamiento convencional presentaron niveles de hiperglucemia leve y los pacientes con tratamiento convencional simultáneo con alternativo presentaba niveles de hiperglucemia moderada o grave.

Se presentó una asociación entre el sexo de pacientes que participaron en el estudio y los valores de hiperglucemia, estos hallazgos proporcionaron

una visión de las variables que hay en el diagnóstico y manejo de hiperglucemia, se evidenció en el Anexo 6 Tabla 2 y Anexo 7 que hay una correlación entre el sexo femenino e hiperglucemia con el no recibir tratamiento en comparación con el sexo masculino, el desglose en todos los niveles de tratamiento indicó porcentajes elevados en mujeres en los rangos de niveles leves en tratamiento alternativo y grave en la combinación de convencional y alternativo. En un estudio del 2022 realizado en mujeres indígenas zapotecas en México las cuales tenían hiperglucemia se evidenció que la población tenía prevalencias elevadas de obesidad, hipertensión e hiperglucemia, de las cuales las mujeres de mayor edad presentaban valores más elevados de dichos variables, este estudio sugiere una posible asociación a la presencia de desnutrición crónica, talla baja característica de poblaciones indígenas y/o rurales, este factor da un mayor riesgo del padecimiento de enfermedades crónicas en edad adulta debido a un aumento de peso debido a menor gasto energético y dietas densas en energía (Hernández, Velázquez, Díaz y de Oca Juárez, 2022).

La hiperglucemia y diabetes mellitus tipo 2 en mujeres está fuertemente asociada a un historial de diabetes gestacional, diabetes postparto en mujeres, así como un índice de masa corporal alto, donde adultos con tallas grandes u obesos tienen un aumento del 3% en el riesgo de hiperglucemia y un aumento por unidad de IMC aumenta 18% la probabilidad de padecer hiperglucemia y diabetes (Fan et al., 2019)

La relación entre el nivel de hiperglucemia con el tipo de tratamiento en los diferentes grupos etarios (ver anexo 8) se vio evidenciado principalmente en los pacientes mayores de 60 años, tanto con tratamiento convencional como con el tratamiento convencional simultáneo con alternativo. El nivel de hiperglucemia se mantuvo en mayor porcentaje leve en los pacientes mayores de 60 años que utilizaban el tratamiento convencional, ya que, en su mayoría, ya se les brindó un diagnóstico y se inició el tratamiento para controlar los niveles de hiperglucemia el cual han seguido al pie de la letra. A diferencia de estos, los pacientes con tratamiento convencional simultáneamente con alternativo, el porcentaje de hiperglucemia se incrementó debido a que los pacientes refieren que esta combinación de tratamientos lo realizan de manera automedicada inclinándose en mayor porcentaje a valores moderados. Algunos estudios han comprobado que los pacientes mayores de 65 años usan de 2 a 6 fármacos prescritos y de 1 a 3 de venta libre o de uso herbolario, lo que sugiere una mayor prevalencia de enfermedades crónicas como la diabetes en este grupo etario (Colocho, 2019).

entrevistados consumían solo tratamiento alternativo, de los cuales el grupo etario de 29 a 39 años presentaron mayor porcentaje de hiperglucemia leve. Esto puede deberse a que el consumo de medicamento alternativo ha sido una práctica tradicional en pueblos de Guatemala, sobre todo al interior del país. El tratamiento alternativo no ha caído en desuso y se estima que 80% de la población mundial depende de remedios herbolarios tradicionales y que al menos 35000 especies vegetales presentan potencial para uso medicinal (Colimba, 2017). En los pacientes que no utilizaron ningún tratamiento se observó mayoritariamente un nivel de hiperglucemia leve en 82 pacientes de 115 siendo el grupo de 18 a 28 años el de mayor porcentaje 26.09% (30/115). Al entrevistarlos se mencionó anteriormente que no tenían conocimiento de su hiperglucemia o el diagnóstico había sido reciente, por lo tanto, el uso de medicamentos no ha sido una opción para ellos. Algunos adolescentes y jóvenes adultos presentan hiperglucemia como un síntoma de prediabetes, y puede pasar desapercibido o presentar síntomas mínimos, por lo que es importante realizar pruebas de rutina a cualquier edad (Brutsaert, 2022).

El anexo 9 tabla 4, muestra mayor porcentaje en pacientes con hiperglucemia leve que consumen solamente medicina convencional o alternativa, los resultados reflejan que ambos medicamentos son efectivos para tratar la hiperglucemia, estudios afirman que los pacientes que llevan un tratamiento farmacológico adecuado logran mantener controlado el nivel de glucosa (Caimari et al. 2016), así también se puede observar que las personas que solamente consumían medicamento 4.91% alternativo presentan niveles leves de hiperglucemia, Swatnalah afirma que la medicina alternativa tienen gran capacidad de reducir los niveles de glucosa en la sangre y poseen una buena actividad antidiabética en modelos *in vitro* e *in vivo*, Saravanan et al. añade que además de contar con el efecto hipoglucemiante, estabiliza la secreción de la insulina de larga duración y favorece la regeneración de islotes humanos en el páncreas sin producir riesgos para la salud, esto se puede observar en la tabla 4 donde hubo 0% de pacientes con riesgo de enfermedad renal y personas con pie diabético (Cuenca, Uriarte, Rodriguez & Parcon, 2020), sin embargo, no se puede concluir que no hay relación de riesgo de enfermedad renal, ni consecuencias de pie diabético por el consumo de medicamento alternativo debido a que la cantidad de pacientes no es significativo en este estudio.

El 10,71% de 240 pacientes con tratamiento convencional simultáneo con alternativo presentaba niveles de hiperglucemia moderada, en un estudio realizado se pudo determinar que las personas con medicamento combinado tienden a desequilibrar las dosis y horarios de los medicamentos convencionales

y por ello no lograr el control correcto de la hiperglucemia (Caimari et al. 2016).

El medicamento alternativo con mayor porcentaje reportado por los diferentes laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca es la hoja de insulina (*Costus igneus*) con 106 datos, es una planta medicinal que reduce los niveles de glucosa en sangre en ayunas y posprandial pero aún no se conoce el mecanismo de acción exacto detrás de la actividad antidiabética. Las hojas son la parte importante que produce una importante actividad antidiabética. Junto con la actividad antidiabética, la insulina vegetal también reduce las complicaciones asociadas a la diabetes; lleva los parámetros renales y hepáticos a un nivel controlado, disminuye la cantidad de hemoglobina glicosilada, corrige el perfil lipídico, aumenta el peso corporal y el nivel de insulina y muestra una marcada mejoría en el examen histopatológico. Los estudios realizados han demostrado que posee muchos fitoconstituyentes importantes, como el conjugado flavonoides, flavonas, flavonoles, catequinas y derivados de catequinas, clorofilas a y b, resinoides, aceite esencial, y un alcaloide llamado saussurina, inulina y resina, etc. Y se descubrió que estos compuestos son responsables de diversas propiedades farmacológicas, como el efecto antidiabético, efecto antiproliferativo, actividad antimicrobiana, propiedad antiulotíca, potencial antiinflamatorio, efecto sobre el aprendizaje y la memoria, actividad antioxidante, papel neuroprotector, actividad hipolipidémica, etc (Fowerlet y Varghese, 2019). Las hojas de guayaba (*Psidium guajava*) son ricas en flavonoles que representan el 49.2% del contenido fenólico total. En esta investigación se reportó como el segundo medicamento alternativo más consumido para la diabetes en pacientes de los laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca, con un total de 102 datos y mayor porcentaje en el Hospital de El Progreso. En un estudio realizado en el año 2015 encontraron que la administración oral del extracto de guayaba en animales obesos, redujo los valores del área bajo la curva de glucosa en comparación con el correspondiente grupo control. Un estudio adicional reportó que las hojas de guayaba disminuyó en 310 mg/dL los niveles de glucosa en sangre en animales diabéticos y que los valores de insulina para las ratas control y tratados cambiaron de 6.43 UI/L a 11.11 UI/L respectivamente. En este mismo ensayo, se reportó una diferencia de 55 mg/dL en la reducción de los niveles de glucosa al comparar (Naranjo y Mendivil, 2015). La jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) es el tratamiento alternativo más utilizado en el hospital de Jutiapa ya que representa un 56,52% (13/23). La mejora de la diabetes con la jamaica puede deberse a la concentración de compuestos bioactivos, a sus propiedades químicas y funcionales. También por el contenido de

antioxidantes disminuye los niveles de grasas en la sangre, bajando los niveles de colesterol y triglicéridos, regulando de esta manera la producción de insulina en personas con diabetes (Iza, 2020). El nopal (*Opuntia streptacantha*) es el tratamiento alternativo más utilizado en el Hospital de Cobán con el 89.66%, en los últimos años, el consumo de nopal como antidiabético se ha visto favorecido, en la revisión de la literatura sobre el efecto “hipoglucémico” del nopal, indica que la *O.streptacantha* es la especie más estudiada esto se debe principalmente a su contenido de fibra pues inhibe la absorción intestinal de la glucosa y de los lípidos en pacientes hiperglucémicos (Basurto et al., 2009). La verbena (*Verbena officinalis*) la cual fue usada un 50% (8/16) en el Hospital Pedro de Betancourt, dicha planta es usada comúnmente por sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes y analgesicas, se estima que los extractos de dicha planta tienen efecto antidiabéticos en medicina popular, debido a que contiene una variedad de componentes bioactivos principalmente iridoides, glicósidos fenopropanoides, flavonoides y ácidos fenólicos, estos pueden ser efectivos para aliviar dolores relacionados a neuropatía diabética (Das et al., 2023). Respecto a la hoja de higo (*Ficus carica*) que representaba 31.25% (5/16) del Hospital Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz y del Hospital de Jutiapa en el artículo “el papel de las especies *Ficus* en el manejo de la diabetes mellitus: una revisión” describen el potencial antidiabético de las especies de *Ficus*, el cual se debe a los extractos y compuestos activos. Entre los resultados que se han estudiado se encuentran: la mejora de la sensibilidad a la insulina, el aumento de la síntesis de glucógeno hepático, la disminución de carbohidratos, el aumento de la captación periférica de glucosa y la mejora de estado oxidativo. Aun así son necesarios un mayor número de estudios que proporcionen mayor información sobre las moléculas, sus propiedades y mecanismos de acción antidiabética (Deepa et al, 2018).

## CONCLUSIONES

- Los pacientes que utilizan solo tratamiento convencional y solo tratamiento alternativo presentan niveles leves de hiperglucemia debido a que el tratamiento farmacológico que utilizan mantiene sus niveles de glucosa estables.
- Los pacientes que combinan tratamientos convencionales y alternativos muestran un aumento en los niveles de hiperglucemia, sugiriendo posibles implicaciones de automedicación.

- Es notable que los pacientes sin tratamiento exhiben predominantemente niveles de hiperglucemia leve, indicando una falta de conciencia sobre su condición o un diagnóstico reciente que ha limitado su opción de tratamiento con medicamentos.
- En este estudio el mayor porcentaje de pacientes evaluados fue el sexo femenino.
- La relación entre el nivel de hiperglucemia y el tipo de tratamiento varía en diferentes grupos de edad, se destaca que los pacientes mayores de 60 años que siguen un tratamiento convencional muestran una efectividad notable en el control de la enfermedad, manteniendo niveles de hiperglucemia leve.
- No hay suficientes datos para poder concluir que el consumo de medicamento alternativo y/o convencional puede causar pie diabético y/o riesgo de daño renal en los pacientes.
- Únicamente se observó significancia estadística entre los niveles de hiperglucemia al no utilizar tratamiento debido a que no tenían conocimiento de su hiperglucemia o el diagnóstico había sido reciente, por lo tanto, el uso de medicamentos no ha sido una opción para ello.
- Se determinó que las plantas con mayor porcentaje reportado por los pacientes encuestados en el presente estudio que asisten a los hospitales participantes fueron la hoja de insulina y la hoja de guayaba las cuales tienen propiedades antidiabéticas y contienen una variedad de componentes bioactivos.

## RECOMENDACIONES

- Recolectar una muestra significativa de casos con pie diabético para evaluar y establecer su relación con el tratamiento natural y/o convencional.
- Asegurar una cantidad significativa y equivalente de casos con tratamiento natural y convencional para controlar posibles sesgos y asegurar que cualquier diferencia en los resultados se pueda atribuir al tratamiento y no a diferencias iniciales entre los grupos.
- Dar un seguimiento a largo plazo de los pacientes con hiperglucemia y pie diabético para evaluar la sostenibilidad de los efectos del tratamiento natural y/o convencional a lo largo del tiempo.
- Realizar un estudio de casos y controles que permitan un análisis más profundo del tema y permita obtener información sobre la asociación de las variables.

- Realizar exámenes de glucosa (y en general exámenes de rutina) a cualquier edad para determinar hiperglucemia o prediabetes de manera temprana.
- Solicitar prueba de glucosa y de hemoglobina glicosilada para poder obtener una mejor correlación de datos.
- Recalcar la importancia de un diagnóstico médico y un tratamiento adecuado y personalizado para cada paciente de su enfermedad, así como la necesidad de una educación y concienciación adecuada sobre la condición para mejorar los resultados en diferentes grupos de pacientes.

## REFERENCIAS

- Arroyo, D., y Goicoechea, M. (2020). Fármacos Antidiabéticos Orales e Insulinas. Astrazeneca.
- Asociación Americana de Diabetes (2020). Enfoques farmacológicos para el tratamiento de la glucemia: estándares de atención médica en diabetes. *Diabetes Care*; 43(1):S98–S110.
- Basurto, D., Lorenzana-Jiménez, M., & Magos, G. (2009). Monografía: Utilidad del Nopal para el control de la glucosa en diabetes mellitus tipo 2. *Revista de la Facultad de Medicina*, 49(004).
- Brutsaert, E. F. (2022, September 8). Tratamiento farmacológico de la diabetes mellitus. Manual Merck Versión Para Profesionales; Manuales Merck. <https://www.merckmanuals.com/es-us/professional/trastornos-endocrinol%C3%B3gicos-y-metab%C3%B3licos/diabetes-mellitus-y-trastornos-del-metabolismo-de-los-hidratos-de-carbono/tratamiento-farmacol%C3%B3gico-de-la-diabetes-mellitus>
- Calvo, S., Pérez, M., Jimenez, L., Padilla, G., Saray, L., García, E., Barrera, J., y Saavedra, J. (2022). Riesgo de enfermedad renal Diabética: Estado del Arte. *Archivos de medicina*. 18(6). 1-12.
- Colimba, J. (2017). Conocimientos y uso de plantas medicinales como parte del tratamiento de los pacientes del club de diabéticos del Hospital San Vicente de Paul año 2016 . Ecuador.
- Colocco, R. (2019). "Caracterización epidemiológica en pacientes geriátricos con diabetes y polifarmacia atendidos en el Centro de Atención Médica Integral para Pensionados -CAMIP- 3 Zunil, del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social -IGSS-". Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Condori, R., & Escudero, F. (2021). Efecto de la ingesta de frutas nativas como guanábana, sachatomate, aguaymanto y tabaco serrano sobre la glicemia a través del índice glicémico. *Revista Española de nutrición comunitaria*, 27(2).
- Cuenca, P., Uriarte, M., Rodríguez, L., & Bitanga, P. (2020). Uso de la medicina no convencional por pacientes diabéticos. *Revista Archivo Médico de Camagüey*.[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552020000100008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552020000100008)
- Caimari et al. (2016). Eficacia de un programa de tratamiento de la hiperglucemia en un Servicio de Cirugía Vascular Supervisado por Endocrinología. *Cirugía Española*. 94(7); 392-398
- Das, K., Debnath, B., & Sen, S. (2023). Therapeutic Potential of Herbal Plants from North East India in Managing Diabetic Neuropathy: A Review. *European Chemical Bulletin*, 12(8). <https://doi.org/10.48047/ecb/2023.12.Si8.692>
- Deepa, P., Sowndhararajan, K., Kim, S., & Park, S. J. (2018). El papel de las especies de Ficus en el manejo de la diabetes mellitus: una revisión. *ELSEVIER*, 215(6), 210-232. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.12.045>
- Díaz, J. (2021). Aspectos clínicos y fisiopatológicos del pie diabético. *Medicina Interna de México*. 37 (4): 540-550. <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2021/mim214i.pdf>
- Fan, Y., Li, W., Liu, H., Wang, L., Zhang, S., Li, W., Liu, H., Leng, J., Shen, Y., Tuomilehto, J., Yu, Z., Yang, X., Liu, M., y Hu, G. (2019). Effects of obesity and a history of gestational diabetes on the risk of postpartum diabetes and hyperglycemia in Chinese women: Obesity, GDM and diabetes risk. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 156.<https://doi.org/10.1016/j.diabres.2019.107828>
- Flowerlet, M. y Varghese, B. (2019). A Review on Medicinal Exploration of Costus igneus: The Insulin plant. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 54 (2), 51-57.
- Gutiérrez, M. (2019). Plantas medicinales empleadas como antidiabéticas en la medicina tradicional en áreas tropicales. [Grado en Farmacia, Universidad de Sevilla].<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/91399/GUTI%C3%89RREZ%20HERV%C3%81S%2C%20MARTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Hernández, J., Velázquez, J., Díaz, M., & de Oca Juárez, O. (2022). Predictores antropométricos asociados a hiperglucemia en mujeres adultas zapotecas del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca: un estudio transversal. *Revista española de nutrición comunitaria= Spanish journal of community nutrition*, 28(1), 10.
- Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) (2018). Subgerencia de Prestaciones en Salud Comisión de Elaboración de Guías de Práctica Clínica Basadas en Evidencia (GPC-BE) GPC-BE 102 "Manejo de Pie Diabético"; págs.308 IGSS, Guatemala.
- IGSS (2022). La diabetes es una de las enfermedades que crece en atención en el IGSS. <https://www.igssgt.org/noticias/2022/11/14/la-diaabetes-es-una-de-las-enfermedades-que-crece-en-atencion-en-el-igss/>
- Iza, E. (2020). Beneficios de la Flor de Jamaica para la Salud. Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE". Ecuador.
- Labtest. (2013). Glucosa GOD. chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgkclefimdckaj/https://labtest.com.br/wp-content/uploads/2016/09/Glucosa\_GOD\_134\_Esp.pdf
- Labtest. (2013). Glucosa HK Liquiform. [https://labtest.com.br/wp-content/uploads/2016/12/Ref\\_137\\_EdiNovembro2012\\_Ref240214\\_Esp.pdf](https://labtest.com.br/wp-content/uploads/2016/12/Ref_137_EdiNovembro2012_Ref240214_Esp.pdf)
- López, F., Ponce, J., Tinti,. (2022). Etnofarmacología de plantas utilizadas por pacientes diabéticos tz'utujiles en Santiago Atitlán, Sololá, Guatemala. *Revista Científica*, 31(1).
- Maldonado, C., Paniagua-Zambrana, N., Bussmann, R., Zenteno-Ruiz, F. y Fuentes, A. (2020). The importance of medicinal plants, their taxonomy and the search for a cure for the disease caused by the coronavirus (COVID-19). *Ecología en Bolivia*, 55(1), 1 - 5 . [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1605-25282020000100001](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282020000100001)
- Menéndez, E., Lafita, F. J., Artola, S., Millán, J., Alonso, Á., Puig, M. & Romero González, R. (2021). Recomendaciones para el tratamiento farmacológico de la hiperglucemias en la diabetes tipo 2. *Endocrinol. nutr.(Ed. impr.)*, 112-120.
- Multidimensional Poverty Peer Network (2021). IPM Nacional. Guatemala. [https://www.mppn.org/es/paises\\_participantes/guatemala/#T1](https://www.mppn.org/es/paises_participantes/guatemala/#T1)
- Oglietti, G. y Gómez, G. (2021). Informe sobre los precios de medicamentos en América Latina. <https://www.celag.org/informe-sobre-los-precios-de-medicamentos-en-america-latina/>
- OPS (2022). Diabetes. <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>
- Pardo, P., Burgos, C., y Cruz, H. (2021). Plantas Medicinales y Comestibles de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico. <https://cdc.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2019/04/PardoBurgosCruz-Plantas-RNUMM.pdf>
- Perez, C., García, B., Marrugo, V., Montes, D., Alvarado, H., Ortiz, D., Reyes, C., Pájaro,N. y Almanza, A. (2021). Pie Diabético. Herramientas para la Identificación del Pie en Riesgo y su Intervención Oportuna. Vol.17 No.S5:5 <https://www.archivosdemedicina.com/medicina-de-familia/pie-diabtico-herramientas-para-la-identificacin-del-pie-en-riesgo-y-su-intervencin-oportuna.pdf>
- Pineda, H. (2019). PREVALENCIA DE PRESIÓN ARTERIAL ELEVADA E HIPERGLUCEMIA EN MUJERES EN EDAD FÉRTIL Y FACTORES DE RIESGO (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA).
- Petrecolla, D. (2011). Estudio Regional de las Condiciones de Competencia en la Cadena de Distribución Mayorista y Minorista de Medicamentos en Centroamérica y Panamá. INFORME FINAL. <https://www.coprocom.go.cr/publicaciones/informes/informe-sector-medicamentos-ene2011.pdf>
- Ricci, T., Martínez, F., Aragón,M., Saurreal, R., Tamayo, C., García, M., Vicente,P., Quiñonez, K., Feijó, F., Reyes, C y Herrera, J. (2021). "Recomendaciones de manejo del paciente con pie diabético. Curso de instrucción." *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología* 35.4 (2021): 303-329.
- Rivero, O. y Martínez, L. (2021). La medicina actual. *Revista de la Facultad de medicina*, 54(2), 21-32. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_artext&pid=S0026-17422011000200004](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_artext&pid=S0026-17422011000200004)
- Rodríguez-Segovia, M., Rubio-Jiménez, C., Narváez-Vedrosco, K., & Tuz-Chamorro, J. (2020). Conocimientos sobre plantas rituales utilizadas por yerbateras de los mercados de Quito, Ecuador: aportes sobre su estado de conservación. ETHNOSCIENTIA.
- SEGEPLAN (2023). Indicadores de las prioridades nacionales de desarrollo 2022.

<https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2023/01/Compendio-estad%C3%ADstico-22-FINAL-4.pdf>

Simmons, M. (2019). La diabetes mellitus tipo 2 en la zona 1 de la ciudad de Guatemala, conocimiento de su enfermedad, medicamentos para tratamiento y reducción de riesgo (Doctoral dissertation, Universidad del Valle de Guatemala).

Spitia, J., Londoño, J., Jaramillo, J., Garrido, C., Bermúdez, D. Machado, E. (2021). Manejo de la hiperglucemia en un hospital de primer nivel de atención. Revista Médica de Risaralda, 27(1), 56-63 Recupuerado:<https://doi.org/10.22517/25395203.24651>

Taylor, S., Yazdi, Z., y Beitelshes, A. (2021). Pharmacological Treatment of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes. *Journal of Clinical Investigation*, 131(2). <https://doi.org/10.1172/jci142243>

Vargas, A., Sojo, J., y Campos, D. (2021). Retinopatía diabética. *Revista Médica Sinergia*, 7(1), 1-8.

Vergara, F. (2022). Planta de insulina, el remedio natural para mejorar tu salud. <https://www.admagazine.com/articulos/planta-de-insulina-el-remedio-natural-para-mejorar-tu-salud>

## APÉNDICE

### Anexo 1.

#### Encuesta

Universidad de san Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Programa de experiencias docentes con la comunidad-EDC-  
Sub-programa de ejercicio profesional supervisado-EPS-



**Evaluación de la efectividad del tratamiento convencional  
y/o alternativo en pacientes hiperglucémicos atendidos en laboratorios  
clínicos de la red de salud guatemalteca donde se realiza Ejercicio  
Profesional Supervisado de Química Biológica durante el periodo de agosto a  
noviembre del 2023.**

Estimado/a paciente,

Agradecemos su participación en esta encuesta. El propósito de este cuestionario es recopilar información sobre el tratamiento que está llevando para controlar su hiperglucemia. Su participación en esta encuesta nos ayudará a obtener información valiosa sobre la condición y las opciones de tratamiento disponibles.

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_M \_\_\_F

Servicio: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

Por favor, tome un momento para responder las siguientes preguntas:

1. Diagnóstico médico (marque todas las opciones que correspondan):
  - Pie diabético
  - Riesgo de enfermedad renal
  - Solamente hiperglucémico

2. ¿Ha recibido algún tipo de tratamiento para controlar su hiperglucemia?

○ Sí ○ No

3. Si su respuesta es sí, por favor especifique qué tipo de tratamiento está utilizando (marque todas las opciones que correspondan):

○ Convencional (Insulina, metformina, otros)

○ Alternativo/ Natural (especificar): \_\_\_\_\_

○ Otros tratamientos (especificar): \_\_\_\_\_

4. ¿Consumе medicamentos convencional y alternativo simultáneamente?

○ Si ○ No

5. ¿Con qué frecuencia consume el medicamento convencional?

○ 1 vez al día

○ 2 veces al día

○ 3 veces al día

○ Mayor de 3 veces al día

6. ¿Con qué frecuencia consume el medicamento alternativo (natural)?

○ 1 vez al día

○ 2 veces al día

○ 3 veces al día

○ Mayor de 3 veces al día

**Anexo 2.***Consentimiento informado*

Universidad de san Carlos de Guatemala  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Programa de experiencias docentes con la comunidad-EDC-  
Sub-programa de ejercicio profesional supervisado-EPS-

**Consentimiento informado**

Evaluación de la efectividad del tratamiento convencional y/o alternativo en pacientes hiperglucémicos atendidos en laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca donde se realiza Ejercicio Profesional Supervisado de Química Biológica durante el periodo de agosto a noviembre del 2023.

Yo \_\_\_\_\_ identificado(a) con el número de DPI \_\_\_\_\_, comprendo que mi participación para el proyecto en mención, realizado por investigadores del Ejercicio Profesional Supervisado Química Biológica, es totalmente voluntaria y que puedo retirarme del estudio cuando quiera sin dar explicaciones.

Accedo a participar y me comprometo a responder las preguntas de la forma más honesta posible. Autorizó a que los datos que se obtengan del proceso de investigación sean utilizados, para efectos sistemáticos y publicación del resultado final de la investigación.

Expreso que los investigadores me han explicado con antelación los objetivos, la justificación de dicho proceso y se comprometen a guardar confidencialidad de la información obtenida.

---

Firma / huella

Anexo 3.  
Ejemplo de tabla de base de datos

Código	Sexo		Edad (años)	Servicio	Diagnóstico			Tratamiento hiperglucemia		Tipo de tratamiento			Consumo simultáneo	
	F	M			FR	PD	NA	Si	No	Con	Alt	Ot	Si	No

FR: enfermedad renal; PD: Pie diabético; NA: No aplica; Con: Convencional; Alt: Alternativo; Ot: Otro

Anexo 4  
Tabla 1  
Nivel de hiperglucemia y tipo de tratamiento

Nivel de Hiperglucemia	Tratamiento								Total	%
	Convencional	%	Alternativo	%	Convencional/ Alternativo	%	No utiliza	%		
Leve	97	14,43	34	5,06	54	8,04	82	12,2	267	39,73
Moderada	92	13,69	9	1,34	88	13,10	19	2,83	208	30,95
Grave	76	11,31	9	1,34	98	14,58	14	2,08	197	29,31
Total (n)	265	39,43	52	7,74	240	35,71	115	17,11	672	100

n: población total según tipo de tratamiento; %:porcentaje; Leve: 116 - 139 mg/dL;  
Moderado: 140 - 200 mg/dL; Grave: >200 mg/dL.

Nota: el porcentaje de los pacientes que siguieron un tratamiento convencional y presentaron un nivel de hiperglucemia leve es 14,43%; el porcentaje de pacientes que siguieron un tratamiento alternativo con hiperglucemia leve es de 5,06%; en el caso de los pacientes que utilizaron ambos tratamientos u presentaron un nivel de hiperglucemia grave el porcentaje aumenta a 14,58% y; en el caso de los pacientes que no utilizaron ningún tratamiento y presentaron hiperglucemia leve, el porcentaje disminuyó a 12,2 %.

Fuente: Datos obtenidos de laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca donde se realiza Ejercicio Profesional Supervisado de Química Biológica (2023).

Anexo 5  
ANOVA de un factor (no paramétrico) Análisis estadístico del nivel de hiperglucemia y tipo de tratamiento.

	X <sup>2</sup>	gl	p
Convencional	0,0212	2	0,989
Alternativo	1,88	2	0,390
Convencional/alternativo	5,25	2	0,072
Ninguno	8,70	2	0,013

X<sup>2</sup>: Prueba de Chi-cuadrado; gl: grados de libertad; p: valor p. Fuente: Datos obtenidos por el programa JAMOVI.

Anexo 6  
Tabla No. 2

Niveles de hiperglucemia y tipos de tratamiento usados por pacientes agrupados por sexo.

<b>Convencional (n=265)</b>					
Nivel de hiperglucemia	F	%	M	%	Total
Leve	72	<b>10,71</b>	25	3,72	97
Moderada	69	10,27	23	3,42	92
Grave	46	6,85	30	<b>4,46</b>	76
Total	187	27,83	78	11,61	265
<b>Alternativo (n=52)</b>					
Nivel de hiperglucemia	F	%	M	%	Total
Leve	24	<b>3,57</b>	10	<b>1,49</b>	34
Moderada	7	1,04	2	0,30	9
Grave	6	0,89	3	0,45	9
Total	37	5,51	15	2,23	52
<b>Convencional/Alternativo (n=240)</b>					
Nivel de hiperglucemia	F	%	M	%	Total
Leve	38	5,65	16	2,38	54
Moderada	67	9,97	21	3,13	88
Grave	70	<b>10,42</b>	28	<b>4,17</b>	98
Total	175	26,04	65	9,67	240
<b>No utiliza (n=115)</b>					
Nivel de hiperglucemia	F	%	M	%	Total
Leve	51	<b>7,59</b>	31	<b>4,6</b>	82
Moderada	14	2,08	5	0,7	19
Grave	7	1,04	7	1,0	14
Total	72	10,71	43	6,4	115
<b>TOTAL</b>	<b>471</b>	<b>70.09</b>	<b>201</b>	<b>29.91</b>	<b>672</b>

n: población total según tipo de tratamiento, %: Porcentaje; Leve: 116 - 139 mg/dL; Moderado: 140 - 200 mg/dL; Grave: >200 mg/dL, F: Femenino, M: Masculino. Fuente: Datos obtenidos de laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca donde se realiza Ejercicio Profesional Supervisado de Química Biológica (2023).

Nota: el 10,71% de pacientes femeninos que utilizaban el tratamiento convencional presentaron hiperglucemia leve, mientras que en el caso de los pacientes masculinos que utilizaban tratamiento convencional fue un 4,46% con hiperglucemia grave. Con respecto a los pacientes que utilizaron tratamientos alternativos, se observó que un 3,57% de pacientes femeninas presentaron hiperglucemia leve y un 1,49% fueron pacientes masculinos con hiperglucemia leve. En el caso de los pacientes que utilizaron ambos tratamientos, convencional y alternativo, se observó un mayor porcentaje en pacientes femeninas, 10,42%, con hiperglucemia grave y un 4,17% de pacientes masculinos con hiperglucemia grave. En los pacientes que no utilizaron ningún tratamiento, se observó un mayor porcentaje con 7,59% en pacientes femeninos con hiperglucemia leve y un 4,6% en pacientes masculinos con hiperglucemia leve.

**Anexo 7**  
**ANOVA de un factor (no paramétrico) Análisis de niveles de glucosa y tipos de tratamiento usados por pacientes agrupados por sexo**

		X <sup>2</sup>	gl	p
Femenino	Convencional	0,958	2	0,619
	Alternativo	2,07	2	0,354
	Convencional y alternativo	3,87	2	0,144
	Ninguno	11,0	2	0,004
Masculino	Convencional	0,618	2	0,743
	Alternativo	2,56	2	0,78
	Convencional y alternativo	2,76	2	0,251
	Ninguno	4,55	2	0,103

X<sup>2</sup>: Prueba de Chi-cuadrado; gl: ;p: valor p. Fuente: Datos obtenidos por el programa JAMOVI.

Anexo 8  
Tabla No.3  
Nivel de glucosa vs tratamiento vs edad

Nivel de glucosa	18-28 años	%	29-39 años	%	40-49 años	%	50-59 años	%	Mayores de 60 años	%	TOTAL
<b>Convencional (n=265)</b>											
Leve	7	2,64	17	6,42	14	5,28	25	9,43	34	12,83	97
Moderada	7	2,64	9	3,40	13	4,91	33	12,45	30	11,32	92
Grave	4	1,51	11	4,15	19	7,17	23	8,68	19	7,17	76
<b>Alternativo (n=52)</b>											
Leve	9	17,31	11	21,15	8	15,38	3	5,77	3	5,77	34
Moderada	1	1,92	2	3,85	3	5,77	0	0,00	3	5,77	9
Grave	0	0,00	1	1,92	2	3,85	5	9,62	1	1,92	9
<b>Convencional/Alternativo (n=240)</b>											
Leve	2	3,92	8	3,33	13	5,42	9	3,75	22	9,17	54
Moderada	2	0,83	10	4,17	16	6,67	21	8,75	39	16,25	88
Grave	6	2,50	2	0,83	27	11,25	36	15,00	27	11,25	98
<b>No utiliza (n=115)</b>											
Leve	30	26,09	21	18,26	13	11,30	6	5,22	12	10,43	82
Moderada	5	4,35	2	1,74	5	4,35	4	3,48	3	2,61	19
Grave	3	2,61	0	0,00	5	4,35	2	1,74	4	3,48	14
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>		<b>94</b>		<b>138</b>		<b>167</b>		<b>197</b>		<b>672</b>

n: población total según tipo de tratamiento; %: porcentaje; Leve: 116 - 139 mg/dL; Moderado: 140 - 200 mg/dL; Grave: >200 mg/dL. Fuente: Datos obtenidos de laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca donde se realiza Ejercicio Profesional Supervisado de Química Biológica (2023).

Nota: los pacientes que utilizaron tratamiento convencional y presentaron hiperglucemia leve presentaron mayor porcentaje (12,83%) en la población adulta mayor de 60 años; los pacientes con tratamiento alternativo y que presentaron hiperglucemia leve se observó en mayor porcentaje (21,15%) en los pacientes entre las edades de 29 a 39 años. El mayor porcentaje de pacientes, 16,25%, que utilizaron ambos tratamientos y presentaron hiperglucemia moderada, se observó en pacientes mayores de 60 años. Para los pacientes que no utilizaron ningún tratamiento y presentaron hiperglucemia leve se observó un mayor porcentaje en pacientes de 18-28 años.

Anexo 9  
Tabla No.4  
Nivel de hiperglucemia, tratamiento y condición médica del paciente.

Nivel de hiperglucemia	Solamente hiperglucemia	%	Pie diabético	%	Riesgo de Enfermedad renal	%	Pie diabético/ Riesgo de enfermedad renal	%	Total
<b>Convencional (n=265)</b>									
Leve	88	13,10	2	0,30	7	1,04	0	0,00	97
Moderada	83	12,35	4	0,60	4	0,60	1	0,15	92
Grave	51	7,59	13	1,93	9	1,34	3	0,45	76
<b>Alternativo (n=52)</b>									
Leve	33	4,91	0	0,00	1	0,15	0	0,00	34
Moderada	7	1,04	0	0,00	2	0,30	0	0,00	9
Grave	7	1,04	0	0,00	2	0,30	0	0,00	9
<b>Convencional y Alternativo (n=240)</b>									
Leve	44	6,55	2	0,30	8	1,19	0	0,00	54
Moderada	72	10,71	5	0,74	21	3,13	0	0,00	98
Grave	65	9,67	8	1,19	13	1,93	2	0,30	88
<b>No utiliza (n=115)</b>									
Leve	80	11,90	0	0,00	2	0,30	0	0,00	82
Moderada	16	2,38	0	0,00	3	0,45	0	0,00	19
Grave	11	1,64	1	0,15	2	0,30	0	0,00	14
<b>Total</b>	<b>557</b>	<b>82,89</b>	<b>35</b>	<b>5,21</b>	<b>74</b>	<b>11,01</b>	<b>6</b>	<b>0,89</b>	<b>672</b>

n: población total según tipo de tratamiento. %: porcentaje; Nivel de hiperglucemia: Leve: 116 - 139 mg/dL; Moderado: 140 - 200 mg/dL; Grave: >200 mg/dL. Fuente: Datos obtenidos de laboratorios clínicos de la red de salud guatemalteca donde se realiza ejercicio profesional supervisado de química biológica (2023).

Nota: los pacientes que únicamente presentaron hiperglucemia y de grado leve que llevaban tratamiento convencional, se observó un porcentaje de 13,10%; se observó un porcentaje de 1,93% en pacientes con hiperglucemia grave que llevaban tratamiento convencional y que también presentaron pie diabético; en pacientes con hiperglucemia grave con tratamiento convencional y que presentaron pie diabético o riesgo de enfermedad renal se observó un 0,45%. En el caso de los pacientes que únicamente presentaban hiperglucemia de grado leve y llevaban un tratamiento alternativo, se observó un 4,91%. Aquellos pacientes que presentaron únicamente hiperglucemia de grado moderado y que llevaban un tratamiento combinado fueron un 10,71%. En el caso de los pacientes que no llevaban ningún tratamiento y que únicamente presentaban hiperglucemia de grado leve, se observó en 11,90% de la población.

Anexo 10  
Tabla No. 5

Hospital	Hoja de Insulina	%	Hoja de guayaba	%	Nopal	%	Jamaica	%	Verbena	%	Hoja de Higo	%
Tactic	10	9,43	12	11,76	0	0,00	2	8,70	0	0	1	6,25
Tiquisate	4	3,77	16	15,69	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0
Chimaltenango	15	14,15	8	7,84	0	0,00	2	8,70	3	18,75	0	0
Fray Bartolomé	5	4,72	2	1,96	0	0,00	1	4,35	0	0	5	31,25
Jutiapa	12	11,32	6	5,88	0	0,00	13	56,52	0	0	5	31,25
Pedro de Bethancourt	<b>25</b>	23,5	8	7,84	2	6,90	0	0,00	8	50	1	6,25
El Progreso	8	7,55	<b>20</b>	19,61	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0
HRH*	13	6	8	7,84	1	3,45	1	4,35	5	31,25	1	6,25
San Pedro Necta	1	0,94	6	5,88	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0
Cobán	12	11,32	11	10,78	<b>26</b>	6	4	17,39	0	0	3	18,75
Laboclip	1	0,94	5	4,90	0	0,00	0	0,00	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>106</b>	100	<b>102</b>	100	<b>29</b>	100	<b>23</b>	100	<b>16</b>	100	<b>16</b>	100

\* Hospital Regional de Huehuetenango

---

# **AUTOMEDICACIÓN POR MEDICAMENTOS DE USO OFTÁLMICO EN PACIENTES DE LA UNIDAD NACIONAL DE OFTALMOLOGÍA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

---

Clarissa Anahi Valdés Miranda<sup>1</sup>, Gabriela Vichy de Paz<sup>1</sup>, Jancarlo Adrian Mazat López<sup>1</sup>, Bella Sandy Joselyn Guevara Gómez<sup>1</sup>, MSc. Lesly Xajil<sup>1</sup>, MSc. Eleonora Gaitán<sup>1</sup>, Dra. Iris Fernández Paz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Subprograma de Farmacia Hospitalaria.  
Programa de EDC. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

<sup>2</sup> Unidad Nacional de Oftalmología.



## **RESUMEN**

La automedicación es una práctica común en Guatemala, debido al difícil acceso a servicios de salud y a los medicamentos de venta libre. El uso indiscriminado de medicamentos oftálmicos puede afectar negativamente en la visión. Por lo tanto, este estudio busca identificar los factores asociados a las prácticas de automedicación con oftálmicos, razones, frecuencia, conocimiento de consecuencias y qué fármacos utilizan los pacientes de primera consulta de la Unidad Nacional de Oftalmología de la Ciudad de Guatemala. Para ello se hizo un muestreo por conveniencia, recolectando los datos por medio de un cuestionario revisado, validado y aprobado por expertos. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva y analítica para determinar la asociación entre variables de interés. Se obtuvo que el 40.8% de los encuestados se automedian, de estos el 73.8% lo ha hecho más de una vez con el mismo o diferente medicamento. El 95.2% no conocen efectos adversos ni consecuencias del uso de esteroides oftálmicos. La sintomatología más frecuente por la que se automedian es la de los ojos rojos (25%) y el medicamento más utilizado fueron lubricantes (64.3%). No se encontró relación significativa entre edad, sexo, nivel de educación, lugar de procedencia y ocupación con la automedicación. Se concluye que una posible causa de automedicación es la falta de acceso a atención médica adecuada y una cultura de automedicación común en Guatemala. Así mismo el desconocer efectos adversos y componentes de los colirios es alarmante y podría explicar el uso indiscriminado de estos medicamentos.

Palabras claves: Automedicación, Colirios, Esteroides, Efectos adversos, Glaucoma, Ceguera, Pacientes de primera consulta.

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la automedicación como el uso de medicamentos por individuos para tratar enfermedades o síntomas reconocidos por ellos mismos. Esta práctica ha aumentado en los últimos años debido al deseo de los pacientes de aliviar malestares de forma rápida y al fácil acceso a medicamentos de venta libre. Sin embargo, el uso inadecuado de medicamentos puede tener efectos adversos graves. La automedicación es común en países en desarrollo como Guatemala, donde el acceso a la atención médica es limitado pero los medicamentos de venta libre son fácilmente accesibles. Esto es preocupante en casos de enfermedades oftálmicas, ya que el uso indiscriminado de medicamentos oftálmicos puede tener un impacto negativo en la visión. El estudio busca identificar los factores asociados con la automedicación de medicamentos oftálmicos, así como las razones, frecuencia, conocimiento de consecuencias y los medicamentos utilizados por los pacientes de la Unidad Nacional de Oftalmología de la Ciudad de Guatemala, especialmente aquellos que buscan alivio para sus problemas oculares. Se realizó un estudio transversal basado en encuestas para obtener resultados objetivos. Se recopilaron datos demográficos y de prácticas de automedicación a través de encuestas. Los resultados se analizaron utilizando estadísticas descriptivas y analíticas, y se representaron en tablas y gráficos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo

Para el cálculo del tamaño de la muestra se asumió que el 50% de pacientes tienen conocimiento, y por el contrario el otro 50% no lo tiene. Por ser un estudio exploratorio, la precisión será de 10%. Se utilizó el programa EPI DAT 3.1 en su módulo de Tamaños de muestra y precisión para la estimación de una proporción poblacional. Una vez que se definió que la precisión era del 10%, se determinó que se necesitaba encuestar mínimo a 81 pacientes. Se utilizará un muestreo por conveniencia para seleccionar a los participantes. Y el estudio se define como descriptivo y transversal.

### Métodos

**Diseño y Validación del Cuestionario:** Se desarrolló un cuestionario estructurado que abordó datos demográficos, patrones de automedicación y la percepción del riesgo asociado. Los medicamentos oftálmicos se agruparon en siete categorías, y se categorizaron los niveles de educación y grupos de edad. El cuestionario se validó con un panel de expertos compuesto por farmacéuticos y médicos oftalmólogos. Luego se transfirió a la plataforma Google Forms. Se realizó un cuestionario piloto con pacientes para identificar mejoras, como cambios en el diseño de preguntas, la adición de opciones faltantes y la organización del cuestionario por secciones.

### Recolección y Digitalización de Datos

La muestra se seleccionó por conveniencia, incluyendo a pacientes que cumplían con los criterios de inclusión. Los pacientes fueron abordados en la Unidad Nacional de Oftalmología y Consulta Externa de adultos durante marzo de 2023, los días martes y jueves, entre las 10 am y las 12 pm. Todos los pacientes mayores de 18 años de ambos sexos que aceptaron participar voluntariamente completaron el cuestionario dirigido por los investigadores. Se garantizó el consentimiento informado de los participantes. Los datos se recopilaron en una hoja electrónica de Microsoft Excel para su posterior análisis.

### Análisis e Interpretación de Resultados:

El análisis de datos se realizó mediante estadísticas descriptivas, incluyendo medidas de tendencia central y frecuencias absolutas y relativas. También se aplicaron pruebas de Chi cuadrado para evaluar asociaciones entre variables de interés, considerando una significación estadística con un valor  $p \leq 0.05$ . Los resultados se presentaron en forma de gráficos y tablas.

## RESULTADOS

Tabla 1. Datos demográficos sobre el sector de la muestra que se auto-medica.

<b>Participantes totales: 42</b>		<b>No. (%)</b>
<b>Género</b>		
Femenino		28 (66.67%)
Masculino		14 (33.33%)
<b>Edad</b>		
18–30 años		13 (30.95%)
31–50 años		14 (33.33%)
51–70 años		14 (33.33%)
Mayores de 70 años		1 (2.38%)
<b>Nivel educacional</b>		
Analfabetos y/o primaria incompleta		4 (9.52%)
Primaria completa		7 (16.67%)
Secundaria completa		5 (11.90%)
Diversificado		19 (45.24%)
Estudios universitarios		7 (16.67%)

Fuente: Datos obtenidos por encuestas realizadas en la Unidad Nacional de Oftalmología y Consulta Externa de Adultos del Hospital Roosevelt.

Figura 1. Síntomas que presentaban antes de automedicarse



Fuente: Datos obtenidos por encuestas realizadas en la Unidad Nacional de Oftalmología y Consulta Externa de Adultos del Hospital Roosevelt.

Tabla 2. Comportamiento de automedicación con productos oftálmicos.

Datos	No. (%)
<b>¿Cuántas veces ha usado gotas para los ojos sin receta?</b>	
Una vez	11 (26.2%)
Más de una vez	31 (73.8%)
<b>¿Qué gotas para los ojos usó?</b>	
Lubricantes	27 (64.3%)
No sé	11 (26.2%)
Antibióticos	5 (11.9%)
Descongestionantes	1 (2.4%)
Esteroides	0 (0%)
<b>¿Por cuántos días ha usado las gotas?</b>	
1–2 días	18 (42.9%)
3–7 días	10 (23.8%)
> 1 semana	9 (21.4%)
Hasta ahora	5 (11.9%)
<b>¿Sabe a qué complicaciones lleva el uso de las gotas con esteroides?</b>	
Catarata	1 (2.4%)
Glaucoma	1 (2.4%)
No sé	40 (95.2%)
<b>¿Quién le recomendó usar el medicamento sin receta?</b>	
Dependiente de farmacia	19 (45.2%)
Amigos o familiares	11 (26.2%)
Auto Recomendado	9 (21.4%)
Optometrista	3 (7.1%)
<b>¿Conoce los efectos secundarios y los componentes del colirio usado? ¿Ha leído la información del folleto?</b>	
Conozco los componentes y los efectos secundarios del medicamento utilizado, pero no he leído el prospecto	1 (2.4%)
No conozco los efectos secundarios, ni sus componentes y no he leído el prospecto	41 (97.6%)
<b>¿Sabe usted que utilizar esteroides sin ser recetados por un médico puede ocasionar serios daños a la visión o incluso la pérdida de la visión?</b>	
Si	8 (19%)
No	34 (81%)

Fuente: Datos obtenidos por encuestas realizadas en la Unidad Nacional de Oftalmología y Consulta Externa de Adultos del Hospital Roosevelt.

Tabla 3. Razones por las que no se consultó a un especialista autorizado en atención médica.

Datos	No. (%)
<b>¿Cuál fue la razón principal por la que no consultó a un especialista autorizado en atención médica?</b>	
No tuve tiempo de acudir al médico	14
No lo creí necesario	7
Estaba tratando de evitar ir al médico	6
No tenía dinero para pagar la consulta médica	4
Me consideré calificado para saber qué medicamento tomar	4
Un amigo/familiar me recomendó el medicamento	2
No había tiempo	2
Impedimento para salir de casa	2
Lejanía	2
*Otros	10

Fuente: Datos obtenidos por encuestas realizadas en la Unidad Nacional de Oftalmología y Consulta Externa de Adultos del Hospital Roosevelt.

Figura 2. Afecciones que presentan los pacientes que utilizan preparaciones caseras



Fuente: Datos obtenidos por encuestas realizadas en la Unidad Nacional de Oftalmología y Consulta Externa de Adultos del Hospital Roosevelt.

Tabla 4. Asociación de variables de riesgo con la pregunta sobre automedicación.

<b>Variable de riesgo</b>	No	Si	Total
<b>Edad <sup>a</sup></b>			
18-30 años	25	13	38
31-50 años	19	14	33
51-70 años	12	14	26
<b>Sexo <sup>b</sup></b>			
Femenino	32	28	60
Masculino	23	12	35
<b>Lugar de Procedencia <sup>c</sup></b>			
Alta Verapaz	3	0	3
Baja Verapaz	1	1	2
Chimaltenango	3	0	3
Chiquimula	1	0	1
Ciudad Capital	32	30	62
Escuintla	1	2	3
Jalapa	0	1	1
Jutiapa	1	1	2
Petén	1	0	1
Quetzaltenango	0	1	1
Quiché	2	0	2
Sacatepéquez	7	1	8
San Marcos	3	1	4
Santa Rosa	1	1	2
Sololá	0	1	1
Suchitepéquez	0	1	1
<b>Nivel educativo <sup>d</sup></b>			
Analfabeta y/o primaria incompleta	3	4	7
Diversificado	20	18	38
Estudios universitarios	10	7	17
Primaria completa	11	7	18
Secundaria completa	11	5	16

Ocupación <sup>a</sup>	20	10	30
Ama de casa	20	10	30
Estudiante	13	8	21
Agricultor	4	2	6
Maestra	1	4	5
Vendedor	2	2	4
Piloto	1	2	3
Desempleado	2	0	2
Secretaria	0	3	3
Comerciante	1	1	2
Conserje/mantenimiento	2	0	2
Enfermera	2	0	2
Mecánico	0	2	2
Técnico en laboratorio farmacéutico	1	0	1
Trabajador UNOP	1	0	1
Ingeniero forestal	1	0	1
Psicólogo	1	0	1
Trabajadora social	0	1	1
Fisioterapeuta	1	0	1
Cocinera	1	0	1
Asistente dental	1	0	1
Administradora de empresas	1	0	1
Empresa de gasolina	1	0	1
Servicio al cliente	1	0	1
Gerente	0	1	1

Fuente: Datos obtenidos por encuestas realizadas en la Unidad Nacional de Oftalmología y Consulta Externa de Adultos del Hospital Roosevelt.

<sup>a</sup> Person  $\chi^2$  (2) = 2.4396, Pr = 0.295. <sup>b</sup> Person  $\chi^2$  (2) = 1.3900, Pr = 0.238. <sup>c</sup> Exacto de Fisher = 0.164. <sup>d</sup> Exacto de Fisher = 0.805. <sup>e</sup> Person  $\chi^2$  (2) = 53.3394, Pr = 0.460

Tabla 5. Cuestionario sobre automedicación oftálmica con preparaciones caseras

<b>Participantes totales: 103</b>	<b>No. (%)</b>
¿Utiliza otro tipo de medicamento para los ojos que sea preparado de forma casera?	
Sí	16 (15.53%)
No	87 (84.47%)

Fuente: Datos obtenidos por encuestas realizadas en la Unidad Nacional de Oftalmología y Consulta Externa de Adultos del Hospital Roosevelt.

Tabla 6. Plantas medicinales o productos naturales utilizados

<b>Datos</b>	<b>No. (%)</b>
Manzanilla	9 (42.84%)
Tomate	4 (19.04%)
Granada	2 (9.52%)
Miel de abeja	2 (9.52%)
Lima	1 (4.76%)
Sábila	1 (4.76%)
Pepino	1 (4.76%)
Zanahoria	1 (4.76%)

Fuente: Datos obtenidos por encuestas realizadas en la Unidad Nacional de Oftalmología y Consulta Externa de Adultos del Hospital Roosevelt.

## DISCUSIÓN

La creciente necesidad de tratar enfermedades oculares que afectan a la población guatemalteca ha llevado al uso indiscriminado de medicamentos y a la automedicación para poder aliviar diferentes afecciones. La investigación realizada en la Unidad Nacional de Oftalmología del Hospital Roosevelt en la ciudad de Guatemala ha revelado la existencia de un problema relacionado con el uso inapropiado de medicamentos entre la población guatemalteca que asiste a esta unidad. En particular, se ha encontrado evidencia de la automedicación con medicamentos oftálmicos por parte de algunos pacientes, lo que constituye una práctica peligrosa que puede tener consecuencias graves para su salud ocular. Del año 2016 al 2023 se han notificado aproximadamente 250 sospechas de reacciones adversas asociadas al uso de esteroides oftálmicos por parte de la Unidad Nacional de Oftalmología, al Sub-cómite de Farmacovigilancia del Hospital Roosevelt. Estas notificaciones coinciden en su mayoría con casos asociados a la automedicación por parte de los pacientes presentándose casos de ceguera o daño ocular severo.

Del presente estudio, se observa en la tabla 1, de la población que se automedica, que 14 pacientes (33.33%) fueron hombres y 28 pacientes (66.67%) fueron mujeres, lo que concuerda con un estudio realizado por Khalid et al, en el que el 51.1% de los pacientes que se auto-medicaron fueron mujeres. Esto puede tener relación con el hecho de que el 23.80% de los pacientes en el estudio son amas de casa. Las amas de casa tienen más disponibilidad para buscar tratamiento médico que las personas que trabajan fuera del hogar. Los rangos de edad donde la mayoría de población de este estudio se encontró fue de 31-50 años y 51-70 años con 14 participantes (33.33%) cada uno, sin embargo, también se tuvo el rango de 18-30 años con 13 participantes (30.95%) por lo que se puede observar que las frecuencias de automedicación son similares en edades distintas. A diferencia de un estudio realizado en India por Gupta et al, el cual la media de edad de la población que se automedica es de 55.6 años. El que la automedicación no dependa de la edad puede depender de varios factores como:

- Es posible que las personas de todas las edades padeczan problemas oculares similares y, por lo tanto, busquen alivio a través de medicamentos oftálmicos sin tener en cuenta su edad.
- En segundo lugar, es posible que la falta de acceso a la atención médica adecuada influya en la decisión de las personas de auto-medicarse, independientemente de su edad.
- Por último, es posible que la cultura de la automedicación en el país de Guatemala sea común, por lo que las personas de todas las edades están igualmente dispuestas a auto-medicarse.

De la población que se automedica, 19 pacientes (45.24%) indicaron poseer un grado académico a nivel diversificado. lo cual concuerda con el estudio realizado por Márquez et al en Argentina en el cual el 40,2% de los pacientes que se automedican también alcanzaron como nivel más alto, el grado académico a nivel diversificado. Esto puede ser dado por varias razones:

- A pesar de que las personas con educación superior pueden tener acceso a más información sobre la automedicación, pueden no tener conocimientos y no tener acceso a información específica sobre los medicamentos oftálmicos.
- En algunos casos, las personas con educación superior pueden tener menos tiempo disponible para buscar atención médica debido a sus horarios de trabajo u otras responsabilidades.

De la población de estudio, se encontró que el 40.8% de los sujetos se automedicaba con medicamentos oftálmicos. Al comparar este resultado con un estudio realizado en Argentina por Márquez et al, en el cual se encontró una media de automedicación del 52.3%, se puede observar que la tasa de automedicación encontrada en esta investigación es ligeramente mayor. Es importante destacar que esta diferencia puede estar influenciada por diversos factores, como las características de la población y las prácticas de la institución de salud en la que se realizó la investigación. Es posible que ambas poblaciones tengan algunas similitudes en términos de la prevalencia de ciertas enfermedades oftalmológicas, la frecuencia con que se recetan ciertos medicamentos oftálmicos, y la disponibilidad y accesibilidad de estos medicamentos, lo que podría influir en los patrones de automedicación.

En cuanto a la conducta ante la automedicación, el 40.8% de las personas encuestadas afirmó haberse automedicado con productos oftálmicos, al menos una vez. De este porcentaje, el 26.2% recurrió a la automedicación solamente una vez, y el 73.8% indicó haberse automedicado más de una vez ya sea con el mismo medicamento o uno diferente. Esto indica que las personas que se automedican son probables a volver a hacerlo ya que la mayoría de veces obtienen el alivio de sus síntomas de forma rápida, sin ir al médico y así, ahorrando el gasto de

la consulta. Los lubricantes fueron el tipo de colirio oftálmico más utilizado (64.3%) lo que concuerda con un estudio realizado en Arabia Saudita, donde el medicamento más utilizado también fueron las gotas lubricantes seguidos de los colirios con esteroides, los descongestionantes y los antibióticos, en ese orden (Alburayk, Alqahtani y Alsarhani, 2020). En el caso del presente estudio, no hubo personas que afirmaron utilizar colirios esteroideos pero existe la posibilidad de que se haya debido a que desconocían el tipo de colirio utilizado, pero el patrón de uso de los otros tipos de colirios fue bastante similar, siendo los porcentajes en este estudio, 11.9% para los antibióticos y 2.4% para los descongestionantes. Una cantidad considerable de personas no conocían el tipo de medicamento que utilizaron (26.2%). Entre ese porcentaje posiblemente estén los esteroides. Esto puede indicar un peligro para las personas que recurren a auto-medicarse ya que si no conocen el tipo de medicamento que utilizan, es aún menos probable que conozcan los efectos secundarios del mismo, y en el caso de ser un medicamento que contenga esteroides, esto provoca que utilicen el medicamento sin ningún tipo de precaución y provocar un daño irreversible que puede llegar incluso a la pérdida de la visión.

De las personas que se automedicaron, se reportó que la mayoría (42.9%) utilizó los medicamentos sólo por 1-2 días, el 23.8% durante 3-7 días y el 21.4% por más de 1 semana. Es importante aclarar que el uso diario de un medicamento con esteroides u otro tipo de medicamento cuyo uso frecuente conlleve efectos adversos, será más probable a provocarlos con su uso diario, durante un período largo de tiempo. Así lo indica el estudio de Rosales y Moreno en 2018, donde se reportó una mayor aparición de reacciones adversas con el uso diario de prednisona. Así mismo el estudio realizado en Ecuador en 2011 por Rosales indica que el uso de esteroides por más de 6 meses puede causar el aumento de presión intraocular y provocar disminución de la agudeza visual hasta tener un daño irreversible del nervio óptico. El resultado obtenido en el presente estudio puede indicar que la mayor parte de los pacientes no presentarán este problema ya que no los utilizan por periodos largos de tiempo. Sin embargo, es importante que no se utilicen siempre que presenten los síntomas, ya que esto sí puede ser un factor de riesgo, y como se mencionó anteriormente, la mayoría de pacientes suelen automedicarse más de una vez.

También se obtuvieron altos porcentajes de desconocimiento por parte del 95.2% de las personas que se auto-medican en cuanto a los efectos adversos o consecuencias que conlleva el uso de esteroides oftálmicos. Así mismo, el 97.6% de pacientes no conocen los efectos secundarios, ni los componentes del colirio que utilizan por automedicación y el 81%, no sabe que utilizar

esteroides sin ser recetados por un médico puede ocasionar serios daños a la visión o incluso la pérdida de la visión. Estos altos porcentajes de desinformación son alarmantes y reflejan el peligro de no acudir a un profesional que explique el uso correcto y efectos adversos del medicamento que se receta. Al mismo tiempo refleja la importancia de que los dependientes de farmacia proporcionen esta información a los pacientes acerca de los medicamentos que dispensan. Ya que se obtuvo también, que los dependientes de farmacia son quienes mayormente recomiendan el uso de colirios en la población de este estudio con un 45.2% seguido por la recomendación de un amigo o familiar, con un 26.2%. Con respecto a este último porcentaje, es importante mencionar lo peligroso que puede ser compartir una prescripción médica ya que es necesario la examinación por parte de un médico especialista que determine la verdadera causa y correspondiente tratamiento de la misma.

En la Figura 1 se observa que la sintomatología más frecuente por la que los pacientes recurren a automedicarse es la de los ojos rojos (25%), seguida de la irritación (21%) y el dolor (15%). Estos son síntomas que suelen ser aliviados con gotas lubricantes y descongestionantes, lo cual puede justificar el uso que se observó de estos en la Tabla 2. Sin embargo, no justifica el uso de antibióticos oculares, ya que estos deben ser dispensados solamente si son recetados por un médico por causa de una infección, lo cual justificaría la necesidad de utilizarlos. La Tabla 3 señala razones principales por las que los pacientes no consultaron a un especialista, las cuales fueron falta de tiempo (14%), creer que no era necesario (7%) y tratar de evitar ir al médico (6%). También se obtuvo un 10% de los participantes que indicaron tener otra razón, las cuales fueron: El dependiente de farmacia me recomendó algo más barato, ya tenía un medicamento en casa, estaba tratando de mejorar mis síntomas hasta que visité al médico, no sabía que existían especialistas en los ojos, no sabía que era tan grave, falta de tiempo por el trabajo, era tarde, no era frecuente el malestar, solo era irritación. Estos datos pueden indicar la necesidad que existe en esta área de la salud y la razón por la que existe automedicación por parte de los pacientes. En un estudio realizado en Etiopía se observó que la falta de tiempo para acudir a los servicios de salud ocular también es de los motivos más frecuentes de automedicación, siendo la segunda más frecuente. En dicha investigación se observó que la mayoría de personas se automedian por la lejanía de los servicios de salud ocular. Por lo que aquellas personas que debían viajar grandes distancias eran más propensas a automedicarse (Adimassu, Woldetsadik y Alemu, 2020). En el presente estudio, la mayoría de los pacientes no tenían tiempo de acudir a un especialista que los examinara, por lo que preferían automedicarse. Es necesario que el proceso

de ir a un centro de salud y realizar el chequeo pertinente sea rápido y ágil, sin embargo, esto puede ser un problema en el sector público, por ende, las personas buscan una solución más rápida a sus síntomas. Las otras razones más frecuentes fueron creer que no era necesario consultar a un médico o evadirlo. Esto indica una necesidad de más información por parte de los profesionales de salud con respecto a las afecciones oculares, y que esta información se brinde de forma que el paciente la entienda, se sienta seguro y se resuelva de forma oportuna todas las dudas que surjan con respecto a su padecimiento y a su tratamiento. Esto proporcionará un ambiente de comodidad que ayude a promover la búsqueda de la salud de las fuentes correctas.

El análisis estadístico realizado por medio del programa STATA reveló que las variables de edad, sexo, lugar de procedencia, nivel educativo y ocupación no presentaron una asociación significativa con la automedicación de acuerdo a los resultados del test chi-cuadrado y Exacto de Fisher como se observa en la tabla 4. En particular, los valores de p obtenidos para cada una de estas variables fueron superiores a 0.05. Estos resultados son equiparables a los encontrados en un estudio de automedicación de medicamentos oftálmicos realizado por Uddin et al en el año 2023 en Pakistán, en donde se encontró que no hubo relación entre el género, estado civil, educación y la automedicación. A diferencia de un estudio realizado por Bravo el 2020 en Ecuador, donde se obtuvo que las variables edad y la ocupación si tuvieron asociación con la automedicación. El autor refiere que entre la población de sus estudios los adultos mayores de 65 años tienden a automedicarse con más frecuencia para evitar caer enfermos y poder desempeñar adecuadamente sus actividades diarias sin necesidad de acudir a algún servicio médico. También refiere que las malas condiciones de trabajo y el bajo ingreso económico han impedido a ciertos grupos poblacionales acceder fácilmente o directamente no tener servicios de salud, por lo que se ven en la necesidad de auto-prescribirse fármacos para aliviar las afecciones que padecen. El interés de saber si existe una asociación entre las variables (edad, sexo, lugar de procedencia, nivel educativo y ocupación) y la automedicación se debe a diferentes razones: entre ellas se encuentra el identificar factores de riesgo ya que a analizar estas variables en relación con la automedicación, se pueden identificar posibles factores de riesgo que podrían estar asociados con esta práctica. De esta razón se deriva el siguiente punto ya que si se comprenden los factores asociados con la automedicación podría ayudar a mejorar la atención médica en el hospital. Y como última razón se tiene el diseñar estrategias de intervención, ya que si se conoce la relación entre estas variables y la automedicación permitiría desarrollar estrategias de intervención más efectivas.

En cuanto a preparaciones caseras y plantas o

productos naturales utilizados como remedio oftálmico en la tabla 5 se encontró que sólo 16 pacientes (15.53%) utilizaron de estas preparaciones, estas fueron lienzos o jugos de distintas plantas y lienzos de agua fría y agua con sal. En un estudio realizado por Kagashe (2012) en Tanzania encontraron que las medicinas tradicionales utilizadas en el ojo eran en forma líquida, de las cuales el 68% eran de origen vegetal, el 16% agua con sal y el 16% miel. Entre las plantas medicinales o productos naturales más utilizados por los pacientes (tabla 6), se menciona la manzanilla (42.84%), que fue la planta medicinal más utilizada como remedio para los ojos, seguida por el tomate (19.04%), granada (9.52%), miel (9.52%), lima (4.75%), sábila (4.75%), pepino (4.75%) y zanahoria (4.75%). Sin embargo, es preocupante que todos los pacientes encuestados afirmaron no conocer los efectos adversos de las preparaciones farmacéuticas, productos naturales o plantas medicinales que utilizan como medicamentos oftálmicos. Esto sugiere que estos pacientes pueden estar auto-medicándose sin tener una comprensión completa de los riesgos asociados con los productos que están usando, entre estos riesgos al utilizar plantas medicinales se ha demostrado que pueden ocasionar problemas debido a intoxicaciones por identificación errónea de la planta, contaminación por metales pesados, pesticidas, microorganismos patógenos o alérgenos (López, 2008).

Clinicamente, los síntomas oftálmicos presentados por los pacientes encuestados pueden ser causados por varias afecciones oculares, por lo tanto, es importante realizar un diagnóstico adecuado para determinar la causa principal de los síntomas, en lugar de auto-medicarse y provocar un enmascaramiento de la enfermedad o empeorar los síntomas. En la figura 2 se observa que la irritación (24%) junto a los ojos rojos (24%) fueron los síntomas oftálmicos más comunes reportados por los pacientes, de acuerdo a las respuestas obtenidas los pacientes utilizaron manzanilla, tomate y miel de abeja para aliviar estos síntomas. El 14% de los encuestados indican que utilizaban manzanillas para refrescar la vista y dolor ocular (10%) que también fue un síntoma común reportado por los pacientes encuestados, para este síntoma los pacientes utilizaron principalmente la manzanilla y lienzos de agua fría como remedios para disminuir el dolor. Los síntomas de picazón e inflamación se presentaron en un 7% y los síntomas con menor incidencia son la resequedad, visión borrosa, alergia y conjuntivitis, siendo 4% cada uno.

Se concluye que no hubo una relación significativa entre edad, sexo, nivel de educación, lugar de procedencia y ocupación, por lo que ninguno de estos factores aumenta la decisión de automedicación de los pacientes. Las gotas lubricantes son el medicamento más utilizado para

automedicación. Las razones principales para no consultar a un especialista incluyen la falta de tiempo y la percepción de que no es necesario. Una posible causa de la automedicación es la falta de acceso a la atención médica adecuada y una cultura de automedicación común en Guatemala. Muchos pacientes desconocen los efectos adversos y componentes de los colirios, lo que podría explicar

el uso inadvertido de esteroides en estos medicamentos. Los pacientes presentaron bajo uso de plantas medicinales como remedio oftálmico siendo la manzanilla la planta medicinal más utilizada para síntomas como picazón, ojos rojos e irritación. Carecen de conocimiento sobre efectos adversos de estas plantas, lo cual es preocupante por posibles problemas de pesticidas y alérgenos en su uso.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las licenciadas Eleonora Gaitán y Lesly Xajil por su apoyo brindado durante toda la investigación. También agradecemos a la Doctora Iris Fernández de la Unidad Nacional de Oftalmología por brindarnos la oportunidad de llevar a cabo nuestra investigación en la unidad.

## REFERENCIAS

- Adimassu, N., Woldetsadik, Z., y Alemu, H. (2020). Proportion of Ophthalmic Self-Medication and Associated Factors among Adult Ophthalmic Patients Attending Borumeda Hospital, Dessie, Northeast Ethiopia. *Journal of Ophthalmology*, 2020.
- Aguadelo, L & Baron, J. (2014). Evidencia del uso de plantas medicinales en infecciones oculares. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.
- Alburayk, K., Alqahtani, B., y Alsarhani, W. (2020). Ophthalmology Self-medication Practices: A Questionnaire-based Study. *Ophthalmic Epidemiology*, 1–5. doi.org/10.1080/09286586.2020.1869272.
- Bravo, A. Idrovo, I. y Pesantes, E. (2020) Relación entre la ocupación y la automedicación en adultos mayores de 65 años en adelante, en la parroquia el Sagrario, Cuenca-Ecuador, 2017. *Revista Oactiva UC Cuenca*. 5(3), pp. 49-54.
- Kagashe, G.A. (2012). Self medication among patients seen at ophthalmology clinics at four hospitals in dar es salaam tanzania. *IOSR Journal of Pharmacy*, 2, 21-25.
- López, M. (2008). Plantas medicinales. OFFARM, 27(4), 82-87.
- Márquez, G., Torres, V., Sánchez, V., Gramajo, A., Zelaya, N., Peña, F., Juárez, C. y Luna, J. (2012). Self-medication in Ophthalmology: A Questionnaire-based Study in an Argentinean Population. *Ophthalmic Epidemiology*, 19(4). DOI: 10.3109/09286586.2012.689076
- Organización Mundial de la Salud -OMS-. (1983). Nuevos Métodos de Educación Sanitaria en Atención Primaria de Salud. Ginebra.
- Rosales, I. y Moreno, E. (2018). Automedicación con antiinflamatorios esteroideos sistémicos en una población adulta. (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05\\_11057.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_11057.pdf)
- Rosales, M. (2011). Trastornos producidos por la automedicación en conjuntivitis alérgica". (Tesis de Grado). Universidad Regional Autónoma de los Andes. <https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/129/1/TUAMED012-2011.pdf>
- Uddin, N., Samiuddin, Khan, M. T., Fatima, B., Haris, A., Sapna, & Manan, F. (2023). Traditional and Self-Medication Practice for Common Eye Ailments. *Journal of Clinical and Community Ophthalmology*, 1(01), 28–34

---

## **PROPUESTA DE EDUCACIÓN SANITARIA EN CUATRO IDIOMAS MAYAS PARA PACIENTES DE LA UNIDAD DE HEMATO-ONCOLOGÍA DE ADULTOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT**

---

Br. Orlit Angélica Coyoy Say<sup>1</sup>, MSc.  
Gloria María Eleonora Gaitán Izaguirre<sup>2</sup>,  
MSc. Lesly Yadira Xajil Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Química Farmacéutica. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala;

<sup>2</sup> Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Contacto.  
Tel. 41675841  
Dirección: 16 avenida 8-23 zona 1,  
Quetzaltenango, Quetzaltenango.  
Correo electrónico: orlit.cosa@gmail.com  
Fuente de Financiamiento: Propia



### **RESUMEN**

En Guatemala, el cáncer se ha establecido como una de las principales causas de mortalidad, ocupando el tercer lugar en la lista de enfermedades mortales. A pesar de las continuas luchas contra esta enfermedad, el país ha experimentado un aumento constante en su incidencia y aproximadamente el 9% de la población se ve afectada por ella. Agravando este problema está la diversidad lingüística del país; aunque el español es el idioma dominante, no es el único idioma, ya que existen otros 22 idiomas mayas, lo que lleva a un pobre entendimiento acerca de los tratamientos médicos, un componente crítico en la lucha contra el cáncer.

Esta falta de adherencia terapéutica no solo refleja la constancia y rigurosidad con la que un paciente sigue las indicaciones médicas, sino que también refleja la capacidad de los sistemas de salud para comunicar y educar efectivamente a sus pacientes. Abordando este multifacético desafío, se propuso el desarrollo de herramientas audiovisuales específicas, centradas en temas esenciales sobre el cáncer, su tratamiento y cuidados asociados. Estas herramientas, diseñadas inicialmente en español, estarán destinadas a ser traducidas a varios idiomas mayas en futuras investigaciones, buscando alcanzar a la amplia variedad de hablantes de lengua maya del país. Además, se diseñaron encuestas dirigidas a los profesionales que laboran en la Unidad de Hemato-

- Oncología del Hospital Roosevelt, entre los que se encuentran Médicos Oncólogos, Químicos Farmacéuticos y Enfermeros, que ayudaran al enriquecimiento al momento de elaborar y traducir el material audiovisual.

## INTRODUCCIÓN

En Guatemala el cáncer, se cataloga como una de las enfermedades más preocupantes, situándose como la tercera causa principal de muerte en el país. A pesar de los esfuerzos para combatir esta enfermedad en los últimos 50 años, la incidencia de cáncer en el país sigue en aumento constante y no se tienen datos exactos sobre su prevalencia. Según estudios recientes, cerca del 9% de la población guatemalteca está afectada por el cáncer, destacando al cáncer de cérvix como el tipo con mayor incidencia (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2015).

Sin embargo, se ha detectado un componente crítico en el tratamiento del cáncer, es la adherencia terapéutica. Este término no es simplemente cuán rigurosamente un paciente sigue las recomendaciones médicas; es un reflejo de cómo los sistemas de salud, en su conjunto, pueden comunicarse y educar a sus pacientes. Una falta en esta adherencia afecta la recuperación del paciente, su calidad de vida, y en consecuencia se tienen tratamientos prolongados o complicaciones (Hincapipé, 2018).

La diversidad lingüística es una realidad en Guatemala, donde existen 25 comunidades lingüísticas y muchos hablantes de idiomas mayas, garífunas y xinkas tienen menos posibilidades de comprender a fondo la diversidad inherente a la sociedad guatemalteca, debido al monolingüismo que prevalece en español. Lastimosamente esta población encuentra barreras en el acceso y comprensión de servicios de salud. El español, aunque predominante, no es el idioma materno de muchos, haciendo que las instrucciones médicas o las recomendaciones terapéuticas puedan perderse o malinterpretarse (Velásquez, 2015).

Dada la relevancia de la adherencia terapéutica y la barrera lingüística, es imperativo considerar soluciones que se adapten a la realidad guatemalteca. Por ello, surgió la propuesta de desarrollar herramientas audiovisuales dirigidas a pacientes con cáncer que acuden a la Unidad de Hemato-Oncología del Hospital Roosevelt. Estas herramientas, fueron diseñadas teniendo en cuenta la diversidad cultural y lingüística de los pacientes, se proporcionará información clara y contextualizada, abordando tanto el tratamiento del cáncer como su gestión en el día a día.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Selección de la muestra

El presente estudio se llevó a cabo considerando el grupo de enfoque que incluyó a Químicos Farmacéuticos de la Unidad de Hemato-Oncología del Hospital Roosevelt y a docentes del Subprograma de Farmacia Hospitalaria, del Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad, Facultad de Farmacia.

### Recursos Humanos

En cuanto a los recursos humanos, se encuentran el personal del SECOTT, del Subprograma de Farmacia Hospitalaria de la USAC. Adicionalmente, el personal de la Unidad de Hemato-Oncología del Hospital Roosevelt.

### Metodología

El desarrollo metodológico se articuló en siete etapas consecutivas. La primera consistió en la identificación y selección de cinco temas clave solicitados por los pacientes de la Unidad de Hemato-Oncología y por el personal de la Unidad. En la segunda etapa, se trabajó en el desarrollo y estructuración de subtemas dentro de cada tema seleccionado, enfocándose en la simplificación del lenguaje técnico. Este contenido fue posteriormente revisado y validado por los profesionales del Subprograma de Farmacia Hospitalaria.

Con base en la información recopilada, la tercera etapa se centró en la elaboración de guiones en español que sirvieron de base para los contenidos audiovisuales, pensando también en sus futuras traducciones y adaptaciones. La cuarta etapa implicó la grabación de audios basados en estos guiones, asegurando la coherencia y calidad del contenido verbal en español.

Ya en la quinta etapa, se procedió a la creación de videos educativos usando los audios, complementados con imágenes para ser comprensibles tanto para hablantes de español como de idiomas Mayas. Posteriormente, en la sexta etapa, se diseñaron encuestas para evaluar y validar el contenido de los videos. Estas fueron dirigidas a médicos oncólogos y químicos farmacéuticos. Finalmente, en la última etapa, se propuso y diseñó una encuesta para evaluar posteriormente la calidad y efectividad del material audiovisual, tomando en cuenta múltiples aspectos de diseño y contenido.

## RESULTADOS

### Identificación de Temáticas Centrales

El inicio de la investigación se centró en establecer un diálogo con los pacientes, mediante entrevistas semiestructuradas, las cuales se basaron en preocupaciones y necesidades de la comunidad. A través de este análisis cualitativo, se destacaron cinco temas: "¿Qué es el cáncer?", "¿Qué es la quimioterapia?", "Cuidados Especiales durante el Tratamiento de Quimioterapia para Pacientes", "Plantas medicinales utilizadas en el tratamiento del cáncer", "Alimentación saludable para una vida saludable". Estos temas logran responder las interrogantes que se tienen acerca del tratamiento con cáncer y la enfermedad.

### Desarrollo de Guiones Educativos

Con la base de información recopilada, se procedió a la fase de creación de guiones. Estos documentos, más que simples textos, son el reflejo de un compromiso con la claridad, la inclusión y el respeto cultural. Se llevaron a cabo múltiples revisiones y consultas, para garantizar que la información sea precisa y también fácilmente comprensible. Estos guiones se realizaron con el fin de que en una investigación posterior sean traducidos a los cuatro principales idiomas mayas que se hablan en Guatemala.

### Materialización en Videos Educativos

Debido a que desafortunadamente la población hablante de alguna lengua maya en muchas ocasiones es analfabeta, se optó por llevar los guiones al formato visual. Se desarrollaron videos educativos que combinan gráficos, animaciones, y narrativas orales. Las decisiones sobre estética visual, música y ritmo se tomaron teniendo en cuenta la diversidad cultural. Los enlaces a estos recursos multimedia pueden ser consultados en los siguientes links:

¿Qué es el cáncer?:

[https://drive.google.com/file/d/1MoezQTtdPE-NiNca76Mp7hn2LiiHn0L0/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1MoezQTtdPE-NiNca76Mp7hn2LiiHn0L0/view?usp=share_link)

Quimioterapia:

[https://drive.google.com/file/d/1MoezQTtdPE-NiNca76Mp7hn2LiiHn0L0/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1MoezQTtdPE-NiNca76Mp7hn2LiiHn0L0/view?usp=share_link)

Cuidados Especiales durante el Tratamiento de Quimioterapia para Pacientes:

[https://drive.google.com/file/d/1MoezQTtdPE-NiNca76Mp7hn2LiiHn0L0/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1MoezQTtdPE-NiNca76Mp7hn2LiiHn0L0/view?usp=share_link)

Alimentación saludable para una vida saludable: [https://drive.google.com/file/d/18Ug3hWBNltJop0L7TnP9A1LYOf\\_1xh2/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/18Ug3hWBNltJop0L7TnP9A1LYOf_1xh2/view?usp=share_link)

Plantas medicinales utilizadas en el tratamiento del cáncer: [https://drive.google.com/file/d/1MoezQTtdPE-NiNca76Mp7hn2LiiHn0L0/view?usp=share\\_link](https://drive.google.com/file/d/1MoezQTtdPE-NiNca76Mp7hn2LiiHn0L0/view?usp=share_link)

Estos videos serán una guía para los traductores, los cuales también fungirán como narradores de los videos en sus respectivos idiomas.

### Evaluación de la Eficacia de los Materiales

Para poder llevar una evaluación crítica. Se crearon instrumentos de evaluación específicos, con preguntas diseñadas meticulosamente para obtener retroalimentación valiosa. Las encuestas, aplicadas al personal de salud, brindarán información acerca de áreas de mejora, y también confirmarán la efectividad de los materiales producidos. Esto es en tiempo futuro.

## DISCUSIÓN

La educación sanitaria es una parte fundamental en el tratamiento del cáncer y la quimioterapia. Los pacientes necesitan saber qué esperar durante el tratamiento, la educación sanitaria puede ayudar a los pacientes a comprender su enfermedad. Es importante que la educación sanitaria llegue a la mayor cantidad de pacientes posible. Es por eso que se presentó la propuesta para la futura realización de videos educativos para pacientes con cáncer y tratamiento de quimioterapia, con el objetivo que en una investigación a futuro se esté traduciendo a cuatro idiomas mayas: quiché, kaqchiquel, mam y q'eqchi'. La importancia de crear esta propuesta radica en que estos cuatro idiomas son hablados por miles de personas en Guatemala (National Cancer Institute, 2022).

En un estudio realizado por la American Cáncer Society, se encontró que la educación sanitaria es esencial para el tratamiento del cáncer y puede ser muy beneficiosa para los pacientes. (American Cancer Society., 2021).

Los videos educativos pueden ser especialmente útiles para los pacientes que no saben leer ni escribir, ya que pueden transmitir información importante a través de la imagen y el sonido. Según un estudio publicado en el Journal of Cancer Education, los videos educativos son más efectivos que la educación tradicional en papel cuando se trata de enseñar a los pacientes sobre su enfermedad y tratamiento. (Smith & Johnson, 2022; Barros & Barros, 2015).

Según la Organización Mundial de la Salud, la comunicación efectiva es esencial para garantizar que los pacientes reciban la atención adecuada (Organización Mundial de la Salud, 2021). La traducción de los videos educativos a idiomas mayas puede ayudar a garantizar que los pacientes reciban información importante en un formato que puedan entender y utilizar para mejorar su tratamiento (Cook, 2016).

Durante las primeras etapas de la investigación, se observó un fuerte interés por parte de los pacientes en obtener información relevante sobre su enfermedad. Debido a esta inquietud se procedió a la identificación de los cinco temas principales, los cuales fueron presentados a las Profesionales Químicas Farmacéuticas de la Unidad de Hemato-Oncología del Hospital Roosevelt y a las Docentes del Subprograma de Farmacia Hospitalaria. Estas profesionales fueron las personas adecuadas para evaluar y aprobar los temas a desarrollar en esta propuesta, ya que, para el desarrollo y puesta en marcha de la presente propuesta, se tomará en cuenta la opinión del personal de salud de la Unidad de Hemato-Oncología del Hospital Roosevelt.

Debido a que en la Unidad de Unidad de Hemato-Oncología del Hospital Roosevelt la atención se brinda a pacientes con diversos tipos de cáncer, se decidió incluir información importante de manera general. Los temas y subtemas considerados en la encuesta fueron los siguientes: "El Cáncer", "Qué es el cáncer", "Tipos de cáncer comunes en adultos en Guatemala", "Síntomas del cáncer", "Causas del cáncer", "Diagnóstico del cáncer y tipos de tratamiento"; "Quimioterapia": "Qué es la quimioterapia", "Beneficios de la quimioterapia", "Efectos secundarios comunes de la quimioterapia", "Manejo seguro de los desechos biológicos durante el tratamiento de quimioterapia"; "Cuidados Especiales durante el Tratamiento de Quimioterapia para Pacientes", "¿Qué hacer si una persona experimenta vómitos después de haber ingerido su tratamiento de quimioterapia oral?", "Cuidados Especiales durante el Tratamiento de Quimioterapia para Pacientes", "Prevención de infecciones", "El poder de la distracción: cómo los

juegos y las actividades divertidas pueden ayudar en el tratamiento con Quimioterapia" "Seguimiento después del tratamiento; "Plantas Medicinales": Plantas medicinales que se pueden utilizar en el tratamiento de quimioterapia, forma de preparación, frecuencia de uso y plantas medicinales que no se deben utilizar; "Alimentación": "Generalidades de una buena alimentación", "Alimentos que se deben consumir" y ejemplos, frecuencia de uso de esos alimentos, y "Alimentos que no se deben consumir" y ejemplos.

Una vez completada la investigación de los cinco temas seleccionados, se procedió a transformar la información recopilada en guiones. Dado que esta investigación busca crear material educativo que será traducido a los cuatro principales idiomas mayas hablados en Guatemala, es crucial emplear un lenguaje sencillo que englobe la información esencial. Al utilizar un lenguaje más accesible, se incrementa la probabilidad de encontrar palabras equivalentes que faciliten la traducción y la comprensión en los diferentes idiomas mayas.

Desafortunadamente, esta población suele carecer de recursos económicos, lo que limita las actividades que pueden llevar a cabo. Por lo tanto, fue necesario buscar opciones alternativas que se adaptaran a sus necesidades. Un ejemplo de esto es el cuidado de los desechos biológicos generados por los pacientes con cáncer. Si bien la teoría sugería tener al paciente en una habitación separada e identificar los desechos específicos, como heces, orina y vómitos, estos cuidados no pueden ser aplicados a esta población. En su lugar, se optó por proporcionar información adecuada sobre el manejo de estos desechos de manera accesible para ellos. Además, en el tema de las plantas medicinales, la bibliografía mencionaba muchas opciones que podrían ayudar en el tratamiento del cáncer. Sin embargo, muchas de estas plantas no están disponibles en el territorio guatemalteco, por lo que fue necesario depurar la información y adaptarla a las plantas medicinales disponibles en la región. Asimismo, la bibliografía sugería modos de preparación y dosificación de estas plantas en gramos y mililitros, pero considerando el contexto de escasos recursos, se optó por proporcionar equivalencias aproximadas en cucharadas, puños y tazas de té, que contengan la cantidad terapéutica necesaria y sean aplicables para estas personas (United Nations International Children's Emergency Fund, 2020).

Una vez que los guiones estuvieron listos, se procedió a la grabación de los audios en español que servirían como base para la creación de los respectivos videos. Se tuvo en cuenta la duración de

los videos, ya que se buscaba evitar que fueran demasiado largos y así los pacientes no perdieran su atención después de unos minutos. Es relevante señalar que los videos ofrecen una forma accesible y comprensible de recibir información, especialmente para aquellas personas que no tienen habilidades de lectura o escritura. A través de imágenes, gráficos, animaciones y narración verbal, los videos transmiten de manera clara y concisa los conceptos clave relacionados con el cuidado del cáncer (Harri & Helmke, 2020).

Un pilar de importancia es el personal médico y los químicos farmacéuticos de la Unidad de Hemato-Oncología del Hospital Roosevelt. Debido a que esta es una propuesta la cual será presentada a este personal, para su aprobación y corrección es importante recopilar los comentarios y opiniones de estos profesionales de la salud, se desarrolló una propuesta de encuesta. Esta encuesta se diseñó en formato cerrado y directo, lo que significa que se enfocó en preguntas con opciones de respuesta predefinidas. Las encuestas cerradas son comunes en estudios de opinión e investigaciones de mercado, ya que permiten obtener datos concretos, comparables y fáciles de analizar. El uso de opciones de respuesta predefinidas asegura que todos los encuestados respondan a las mismas preguntas, lo que facilitará la comparación de resultados y el análisis de la información recopilada. Además, dado que ya se tenía una idea general de la información que los pacientes solicitaban, este tipo de encuesta resultará adecuada para obtener una visión más precisa de las necesidades específicas de los pacientes y poder abordarlas de manera efectiva en el material educativo (Babbie, 2017; Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.), 2020)).

Además, se ha desarrollado una propuesta de encuesta para evaluar la comprensión de los espectadores una vez que los videos hayan sido traducidos. Esta encuesta se utilizará para evaluar el nivel de comprensión de los pacientes que acuden a la Unidad de Hemato-Oncología del Hospital Roosevelt, ya que serán ellos quienes validen este material educativo. Es fundamental realizar encuestas de comprensión del video para evaluar si el mensaje del video fue recibido de manera efectiva y comprensible por los espectadores. Esta evaluación permitirá identificar posibles áreas de mejora en la producción de los videos, ajustar el contenido del mensaje y mejorar la comunicación efectiva con el público objetivo. Asimismo, las encuestas de comprensión del video brindarán información valiosa para la planificación y desarrollo de futuros proyectos de producción de videos. Estos datos ayudarán a mejorar las estrategias de producción y a garantizar

que el material audiovisual cumpla con los objetivos de educación y comunicación establecidos. (Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.), 2020).

Los videos educativos en el ámbito sanitario son esenciales para pacientes con cáncer, y su traducción al maya rompe barreras lingüísticas significativas. Esta adaptación ha mostrado impactos positivos en la comprensión y manejo de la enfermedad. Sin embargo, adaptar estos recursos al lenguaje y cultura maya requiere simplificar guiones y tener un enfoque claro, como lo evidencian las encuestas estructuradas.

Es crucial respetar y comprender las representaciones sociales mayas en cualquier material educativo. Ignorarlas podría conducir a malentendidos o rechazos. Además, tratamientos específicos, como la quimioterapia, requieren un enfoque educativo que promueva una visión clara del tratamiento (Smith & Johnson, 2022).

## AGRADECIMIENTOS

Al Servicio de Consulta Terapéutica y Toxicológica –SECOTT- del Subprograma de Farmacia Hospitalaria, por su invaluable disposición y orientación en el desarrollo de mi investigación.

Ala Unidad de Hemato Oncología del Hospital Roosevelt, por facilitarme el acceso y permitirme llevar a cabo este estudio en sus instalaciones.

A la M.Sc. Eleonora Gaitán, por su constante apoyo y compromiso en la dirección y asesoría de esta investigación.

A la M.Sc. Lesly Xajil, por su meticulosidad y atención detallada en la revisión, que ha sido esencial para el perfeccionamiento de esta investigación.

## REFERENCIAS

American Cancer Society. (2021). Educación del Paciente . <https://www.cancer.org/es/tratamiento/cuidados-paliativos/educacion-del-paciente.html>

Cook, J. (2016, mayo 11). Ethnography: Translation. Society for Cultural Anthropology.

- <https://culanth.org/fieldsights/ethnography-translational>.
- Babbie, E. (2017). *The basics of social research* (7a ed.). International Thomson Editores.
- Barros Bastida, C., & Barros Morales, R. (2015). Los Medios Audiovisuales y su Influencia en la Educación Desde Alternativas de Análisis. *Universidad y Sociedad*, 7(3), 26 - 31. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202015000300005&script=sci\\_abstract](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202015000300005&script=sci_abstract)
- Harri, K., & Helmke, C. (2020). *Introduction to Maya Hieroglyphs* (17th ed.). National Museum of Denmark, WAYEB. <https://www.mesoweb.com/resources/handbook/IMH2020.pdf>
- Hincapié Palacios, D. (2018). Adherencia Terapéutica en Pacientes Ambulatorios Diagnosticadas con Cáncer de Mama de la Fundación Valle del Lili [Tesis de Pregrado]. Universidad ICESI. [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/83837/1/TG01983.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/83837/1/TG01983.pdf)
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2015). Política Nacional Contra el Cáncer. [https://www.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/83837/1/TG01983.pdf](https://www.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/83837/1/TG01983.pdf)
- National Cancer Institute. (2022). The impact of health education on hospital readmission rates: Findings from a study. *Journal of Cancer Prevention*, 28(3), 201-210.
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Educación para la salud*. [https://www.who.int/topics/health\\_education/es/](https://www.who.int/topics/health_education/es/)
- Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). (2020). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Smith, J., & Johnson, A. (2022). Representaciones sociales y aceptabilidad de la investigación en una comunidad específica: Un estudio en la Unidad de Hemato-Oncología. *Revista de Psicología Social*, 35(2), 123–135.
- United Nations International Children's Emergency Fund. (2020). Estrategia de Etnoeducación. UNICEF. [https://www.unicef.org/cooperacion\\_internacional/files/2020-04/Brief\\_Etnoeducacion.pdf](https://www.unicef.org/cooperacion_internacional/files/2020-04/Brief_Etnoeducacion.pdf)
- Velásquez, J. R. (2015). *Educación Bilingüe Intercultural o Educación Intercultural Bilingüe: Una Opción Para la Educación Liberadora*. Editorial Cara Parens, Universidad Rafael Landívar. 978-9929-54-105

# FARMACOGENÉTICA Y FARMACOVIGILANCIA DE TACROLIMUS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS GUATEMALTECOS

Licda. Olga Beatriz Sandoval Ochoa<sup>1</sup>,  
MSc. Lesly Yanira Xajil Ramos<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Unidad de Investigación en Farmacogenética y Farmacogenómica –UNIFARMAGEN- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

<sup>1</sup> 9 calle 1-37 Amatitlán, Guatemala.  
+502 35138436. olgasandovalqf@gmail.com

## RESUMEN

Se realizó una investigación de carácter retrospectivo observacional en aquellos pacientes pediátricos que utilizaran Tacrolimus (TAC) como tratamiento inmunosupresor para trasplante renal y que son atendidos en la Fundación para el Niño Enfermo Renal (FUNDANEIR). Se realizó una revisión de expedientes de los pacientes desde el año 2018 hasta el agosto de 2022, una población de 33 pacientes divididos en: expresores y no expresores. Los expresores son aquellos que cuentan con al menos un alelo \*1 en su genotipo (\*1/\*1 y \*1/\*3) ya que este es el alelo completamente funcional y los no expresores son aquellos con genotipo \*3/\*3. Se encontraron 11 pacientes expresores y 22 no expresores, en ambos grupos se encontró que la población mayoritaria es la masculina y la mediana de edad es de 17 años.

Se recopiló la información de: rechazos, infecciones y hospitalizaciones. Los eventos de rechazos se clasificaron según se presentaron antes o después de 28 meses, aplicando este parámetro divisorio por ser la mediana de tiempo en la totalidad de los pacientes; solo dos del grupo de expresores presentaron rechazo y fue antes de los 28 meses y el grupo de no expresores presentó 13 rechazos, 8 después y 5 antes de los 28 meses. Los reportes de rechazos, infecciones y hospitalizaciones en los expresores se encontraron: 2 rechazos, 8 infecciones y 1 hospitalización. En no expresores se encontró 13 rechazos, 37 infecciones y 3 hospitalizaciones. Las infecciones incluyen: síndrome diarreico agudo, otitis media, sepsis, peritonitis, herpes, infección respiratoria, infección gastrointestinal, infección de tejido, pielonefritis, infección urinaria y nefropatía, siendo las infecciones las más frecuentes en ambos grupos. Se encontraron tantos reportes de infecciones debido a que existía más de un reporte por paciente.

Los reportes que menos se encontraron fueron las hospitalizaciones, siendo provocadas por Síndrome diarreico agudo e hidratación inadecuada que podrían relacionarse al uso de TAC debido a que la diarrea es un efecto adverso conocido del medicamento. Los no expresores presentaron la mayoría de los efectos adversos, pero los rechazos en esta población es lo opuesto a lo esperado pues al ser homocigotos \*3 presentan mayor efecto del medicamento y los rechazos se producen por la disminución del efecto inumosupresor, pero esto se produjo por la diferencia en la población pues la población expresora al ser 11 pacientes es la mitad que la población no expresora que es de 22 pacientes. Las infecciones son producidas por un aumento en el efecto inumosupresor y las hospitalizaciones por ser Síndrome Diarreico Agudo y problemas de hidratación podrían deberse al aumento del efecto inumosupresor del TAC por lo que estos efectos adversos correspondieron a los esperados a observar en la población no expresora.

Tanto los eventos asociados al rechazo como las infecciones oportunistas son considerados parámetros de farmacovigilancia al asociarse al fallo terapéutico como a las reacciones adversas asociadas a la variabilidad que representa la respuesta a Tacrolimus y su asociación con el genotipo de CYP3A5.

## INTRODUCCIÓN

La farmacogenética estudia la influencia de la variabilidad genética de una población con relación a la respuesta que se tiene con el uso de fármacos y sustancias tóxicas. Las variaciones genéticas tienen impacto en el manejo de xenobióticos en el organismo además de que determinan el tipo de respuesta, ya sea aumentada, normal o disminuida, en la administración de algunos fármacos (Arrieta, Alvarado, Baudrit, & Salazar, 2012). El sistema CYP450 es una superfamilia de enzimas, dentro de la cual se encuentra el CYP3A5 que constituye el 30% del total de enzimas de CYP450 encontradas en el hígado y este citocromo es el responsable del metabolismo de más del 50% de los medicamentos de uso común. Existen tres tipos de enzimas funcionales: CYP3A7, CYP3A4 y CYP3A5 y este último se puede encontrar en hígado, riñón e intestino delgado (Rojas, 2017).

Tacrolimus (TAC) es inhibidor de la calcineurina, es utilizado como terapia inmunosupresora en trasplantes sólidos, posee un rango terapéutico estrecho y es metabolizado por el CYP3A5 el cual puede poseer polimorfismos y ser una posible explicación a las distintas respuestas que se obtiene al tratamiento en diferentes pacientes (Ghafari, y otros, 2019).

La farmacovigilancia es la ciencia que tiene a su cargo las actividades de detección, evaluación, comprensión y prevención de reacciones adversas o cualquier otro problema relacionado al uso de medicamentos o vacunas. Busca identificar, cuantificar y evaluar los riesgos asociados al uso de medicamentos para así evitar o minimizar el daño a los pacientes y, en caso de ser necesario, adoptar medidas reguladoras sobre su uso (OPS, s.f.). Dentro de las reacciones adversas producidas por medicamentos (RAM) más frecuentes del TAC se encuentra taquicardia, alteraciones isquémicas coronarias, anemia, leucopenia, trombocitopenia, temblor, cefalea, visión borrosa, tinnitus, disnea, diarrea, náusea, nefrotoxicidad e hiperglicemia (Sánchez, 2017). Las variaciones en la secuencia que codifica dianas terapéuticas, enzimas metabolizadoras de fármacos y transportadores pueden afectar la eficacia y/o seguridad de los fármacos a utilizar por el paciente, llegando a causar respuestas variables en pacientes diferentes aunque todos tengan el mismo tratamiento (Cabaleiro, Ochoa, & Abad, s.f.). La investigación tiene como finalidad recopilar los síntomas o afecciones que pueden ser tomados como efectos adversos de la administración de TAC en los pacientes pediátricos que son atendidos en FUNDANIER, los efectos adversos se catalogaron en: rechazos, infecciones y hospitalizaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un estudio retrospectivo observacional incluyendo a un total de 33 pacientes pediátricos guatemaltecos que utilizan Tacrolimus como terapia inmunosupresora post trasplante renal y que sean atendidos en FUNDANIER, siendo estos dos los únicos requisitos a cumplir para poder ser tomados en cuenta en la investigación.

Los genotipos de CYP3A5 fueron determinados previamente utilizando el análisis de PCR-RFLP estableciéndose dos grupos: expresores (todos aquellos con al menos un alelo \*1, es decir los genotipos \*1/\*3 y \*1/\*1) y no expresores (únicamente el genotipo \*3/\*3).

Los parámetros de reportes de farmacovigilancia fueron recopilados manualmente de los expedientes médicos incluyendo los registros de eventos de rechazo, infecciones y hospitalizaciones. La información recopilada fue dentro del rango de tiempo del 2018 hasta agosto de 2022 y fueron analizados utilizando medidas de tendencia central.

## RESULTADOS

Tabla No. 1 Datos demográficos de la población analizada

	<b>Expresores (n=11)</b>	<b>No expresores (n=22)</b>
Femenino	5	8
Masculino	6	14
Edad (Me)	17	17
Tiempo postrasplante (Me)	44	63.5

Me: mediana. El tiempo postrasplante se tomó hasta el 8 de noviembre del año 2022 y se expresa en meses.

Tabla No. 2 Tiempo postrasplante en presentar rechazo según división de grupos

	<b>Más de 28 meses n (%)</b>	<b>Menos de 28 meses n (%)</b>
<b>Expresores</b>	0	2 (6.1)
<b>No expresores</b>	8 (24.2)	5 (15.2)

28 meses fue la media de tiempo entre los reportes de rechazo

Tabla No. 3 Reporte de rechazos, infecciones y hospitalizaciones según división de grupos desde el 2018 hasta agosto de 2022

	<b>Rechazos n (%)</b>	<b>Infecciones n (%)</b>	<b>Hospitalizaciones n (%)</b>
<b>Expresores</b>	2 (6.06)	8 (24.2)	1 (3)
<b>No expresores</b>	13 (39.40)	37 (112.1)	3 (9)

Tipos de rechazos reportados: vascular, celular, clínico, subclínico, border line, humoral, sospecha de rechazo, necrosis tubular y CD4+.

Infecciones reportadas: síndrome diarreico agudo, otitis media, sepsis, peritonitis, herpes, infección respiratoria, infección gastrointestinal, infección de

tejido, pielonefritis, infección urinaria y nefropatía. Se tomaron todas las infecciones documentadas por lo que se encontraron más de una infección por paciente.

Las causas de hospitalizaciones se incluyeron: síndrome diarreico agudo e hidratación inadecuada.

## DISCUSIÓN

La farmacovigilancia ha tomado importancia en las últimas décadas, derivado de acontecimientos relacionados a medicamentos que han ocasionado reacciones adversas graves como la Talidomida (Maza Larrea, Aguilar Anguiano, & Mendoza Betancourt, 2018) además que analiza las reacciones adversas y los fallos terapéuticos del uso de medicamentos. Las reacciones adversas son todas aquellas que son producidas por los medicamentos, ya sean efectos no deseados, imprevistos o nocivos. Puede darse de forma no intencionada al tomar la dosis indicada por el médico por lo que es importante supervisar y evaluar para contribuir al uso seguro y racional de los medicamentos disponibles para la población (Collantes, 2020). En la tabla No. 1 se muestran los datos de la población analizada, contando con 11 pacientes expresores y 22 no expresores además de las medianas de edad y la mediana del tiempo postrasplante, hasta noviembre de 2022, expresado en meses. La mayoría de la población es masculina en ambos grupos, tienen la misma mediana de edad de 17 años y el tiempo postrasplante es mayor en los no expresores debido a que es el doble de muestra de la población. En la Tabla No. 2 se detalla el tiempo cuando se presentó rechazo en la población analizada, tomando como punto de división 28 meses por ser la mediana de tiempo entre todos los pacientes. Solamente dos pacientes son expresores y mostraron rechazo antes de los 28 meses, 13 pacientes son no expresores de los cuales 5 mostraron el rechazo antes y 8 mostraron rechazo después de los 28 meses.

La mayoría de efectos adversos por TAC son relacionados a la concentración sanguínea e incluye nefrotoxicidad, neurotoxicidad, alteraciones del metabolismo de glucosa, hipertensión, problemas gastrointestinales e hipercalemia. Las infecciones y trastornos linfoproliferativos son observados particularmente en la población pediátrica se atribuyen a sobre inmunosupresión (Wallemacq & Verbeeck, 2001) ya que es bien conocido que los pacientes tratados con agentes inmunosupresores tienen frecuentemente un elevado riesgo de infecciones virales, bacterianas, fúngicas y protozoarias y pueden agravarse con la evolución de infecciones preexistentes (AEMPS, 2022). En la tabla No. 3 se detallan los rechazos, infecciones y hospitalizaciones totales presentados por ambos grupos, las infecciones son las más presentadas en ambos grupos con 45 reportes en total (37 en no expresores y 8 en expresores) y se presenta un número tan alto en la recopilación de datos de infecciones debido a que se encontraron más de una infección por paciente en el tiempo analizado. Los reportes catalogados como infecciones incluyen:

síndrome diarreico agudo, otitis media, sepsis, peritonitis, herpes, infección respiratoria, infección gastrointestinal, infección de tejido, pielonefritis, infección urinaria y nefropatía. En ambos grupos las hospitalizaciones fueron las que menos se presentaron y fueron producidas por problemas de hidratación y Síndrome diarreico agudo que podrían estar relacionadas entre sí y se asocia al uso de TAC pues la diarrea es un efecto adverso del medicamento. Puede observándose que el grupo de no expresores son los que presentan la mayoría de los efectos adversos, pero los rechazos en esta población es lo opuesto a lo esperado por el genotipo ya que el alelo CYP3A5\*3 se ha relacionado con una menor cantidad de enzima activa pues produce proteínas no funcionales por lo que se daría una disminución de la metabolización del fármaco esperando un mayor efecto del medicamento en los pacientes que son homocigotos para el alelo (Argudo, 2016) y los rechazos son producidos por una disminución del efecto inumunosupresor y al tener un metabolismo disminuido no deberían presentar la mayoría de los rechazos pero esto se produjo por la diferencia en la población analizada pues la población expresora al ser 11 pacientes es la mitad que la población no expresora que es de 22 pacientes. Las infecciones son producidas por un aumento en el efecto inumunosupresor y las hospitalizaciones por ser Síndrome diarreico agudo y problemas de hidratación podrían deberse al aumento del efecto inumunosupresor del TAC ya que, aunque es poco frecuente, la deshidratación es un efecto adverso del trastorno endocrino y la diarrea está catalogada como un trastorno gastrointestinal muy frecuente (AEMPS, 2022) en el tratamiento de TAC por lo que estos efectos adversos si eran los esperados a observar en la población no expresora.

## CONCLUSIONES

- El grupo de expresores estaba compuesto por 11 pacientes y el de no expresores por 22, ambos presentaron una mediana de edad de 17 años y la mayoría de la población es masculina.
- Para el reporte de rechazos se tomó como punto de división 28 meses por ser la mediana de tiempo entre todos los pacientes. Dos pacientes expresores presentaron rechazo antes, cinco pacientes no expresores mostraron rechazo antes y por último 8 pacientes no expresores mostraron rechazo después de los 28 meses.

- Las infecciones fueron los efectos adversos más presentados con 45 reportes en total, 37 del grupo de no expresores y 8 del grupo de expresores. Se presentaron tantos debido a que se encontró más de un reporte de infección por paciente. En la categoría de infecciones se incluyeron: síndrome diarreico agudo, otitis media, sepsis, peritonitis, herpes, infección respiratoria, infección gastrointestinal, infección de tejido, pielonefritis, infección urinaria y nefropatía
- Tanto en expresores como en no expresores, las hospitalizaciones fueron los reportes que menos se presentaron y fueron producidas por Síndrome diarreico agudo y deshidratación inadecuada. Ambas pueden estar relacionadas entre sí y se asocia al uso de TAC por ser un efecto adverso del medicamento.
- Los no expresores presentan la mayoría de los efectos adversos pero los rechazos en esta población no era lo esperado debido a que según el genotipo deberían presentar una mayor actividad del medicamento y los rechazos se relacionan a una disminución del efecto inmunosupresor del TAC. Esto se presentó por la diferencia de población, al ser el grupo no expresor el doble que el grupo expresor, produjo una mayor cantidad de reportes de rechazos.
- Las infecciones son producidas por un aumento del efecto inmunosupresor, las hospitalizaciones por Síndrome diarreico agudo e hidratación inadecuada podrían deberse al aumento del efecto inmunosupresor por lo que dichos reportes si eran los esperados a observar en la población no expresora.

## REFERENCIAS

- AEMPS, A. E. (2022). Ficha técnica Tacrolimus Stada. Obtenido de Centro de información online de medicamentos: [https://cima.aemps.es/cima/pdfs/es/ft/73744/FT\\_73744.pdf](https://cima.aemps.es/cima/pdfs/es/ft/73744/FT_73744.pdf)
- Argudo, A. (2016). Evaluación de la relevancia clínica de diversas variantes de los genes CYP3A4, CYP3A5 y ABCB1, sobre Ciclosporina y Tacrolimus en Trasplante Hepático. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Arrieta, E., Alvarado, P., Baudrit, O., & Salazar, L. (2012). Farmacogenética: hacia la individualización de la terapia farmacológica en Costa Rica. *Acta Médica Costarricense*, 54(4), 207-216.
- Cabaleiro, T., Ochoa, D., & Abad, F. (s.f.). La farmacogenética desde una perspectiva crítica. Triacastela.
- Collantes, L. (27 de abril de 2020). Farmacovigilancia. Obtenido de Cinfosalud: <https://cinfosalud.cinfa.com/p/farmacovigilancia/>
- Ghafari, S., Dashti-Khavidaki, S., Khatami, M., Ghahremani, M.-H., Seyednejad, S.-A., & Beh-Pajoh, A. (2019). Association between CYP3A5 genetic polymorphisms with tacrolimus dose requirement and allograft outcomes in iranian kidney transplant recipients. *Iranian journal of kidney diseases*, 13(6), 404-413.
- Maza Larrea, J. A., Aguilar Anguiano, L. M., & Mendoza Betancourt, J. A. (2018). Farmacovigilancia: un paso importante en la seguridad del paciente. *Revista de Sanidad Militar*, 72(1). doi:ISSN 0301-696X
- OPS, O. P. (s.f.). Farmacovigilancia. Obtenido de <https://www.paho.org/es/temas/farmacovigilancia#:~:text=La%20farmacovigilancia%20es%20la%20ciencia,relacionado%20con%20medicamentos%20o%20vacunas.>
- Rojas, L. (2017). Impacto de la farmacogenética en la inmunosupresión con tacrolimus en el trasplante hepático y renal. España: Universitat de valencia. Obtenido de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=xе%2BGkguRWp A%3D>
- Sánchez, J. (2017). Eventos Adversos con Tacrolimus en el Programa Distrital de Farmacovigilancia Bogotá D.C. 2012-2015. *Revista Cubana de Farmacia*, 51(4). doi:<http://orcid.org/0000-0003-3327-4158>
- Wallemacq, P., & Verbeeck, R. (2001). Comparative clinical pharmacokinetics of Tacrolimus in paediatric and adult patients. *Clin pharmacokinet*, 40(4), 283-295

## RECOMENDACIONES

- Utilizar poblaciones de expresores y no expresores de igual número, o al menos poblaciones de números cercanos, para evitar sesgo de resultados por diferencias en el número de la población.
- Realizar farmacovigilancia dirigida al paciente para recopilar más información con respecto a los efectos adversos relacionados al uso de TAC.

## AGRADECIMIENTOS

Al personal de FUNDANIER, especialmente a la Licda. Jenifer Us por su apoyo en el acceso a los expedientes de los pacientes atendidos en su servicio.

---

# **DE EVALUACIÓN DEL RIESGO RENAL POR AINES. INTERVENCIÓN EDUCATIVA EN LA CLÍNICA DEL NIÑO SANO**

---

Br. Ana Lissette Alvizuris<sup>1</sup>,  
Br. Amy Kateleen Aldana de la Cruz<sup>2</sup>,  
Licda. Eleonora Gaitán<sup>3</sup>,  
Licda. Lesly Xajil<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de Química Farmacéutica. Escuela de Química Farmacéutica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Número telefónico: 4219-9848.

Correo electrónico: anitalvizuris@gmail.com

<sup>2</sup> Estudiante de Química Farmacéutica. Escuela de Química Farmacéutica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

<sup>3</sup> Licenciada de Química Farmacéutica.

Subprograma de Farmacia Hospitalaria. Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC-. Universidad de San Carlos de Guatemala.

---

## **RESUMEN**

La investigación se centró en la evaluación del riesgo renal asociado a la automedicación con AINES en niños, basándose en datos recopilados en la Clínica del Niño Sano del Hospital Roosevelt a través de un muestreo no probabilístico mediante una encuesta dirigida a los cuidadores de pacientes que asisten a la clínica. Se logró determinar que un significativo porcentaje de los pacientes se les administraba acetaminofén durante un periodo de 2 a 4 días cuando se considera oportuno, también se demostró que la falta de conocimiento sobre los efectos adversos de los AINES y la automedicación eran prácticas comunes entre los cuidadores. La reacción adversa que conocen con mayor frecuencia es el daño renal, y los efectos secundarios gastrointestinales, como las náuseas, fueron los más reportados. A partir de estos resultados, se ve la necesidad de una educación más efectiva sobre el uso racional de AINES y la importancia de la concienciación sobre la automedicación en pacientes pediátricos.



## INTRODUCCIÓN

Los AINES, en Guatemala se clasifican como medicamentos para aliviar síntomas del resfriado y gripe. Al ser medicamentos de venta libre tienen mucha demanda en todo el territorio guatemalteco, mayormente por los padres o cuidadores de familia, esto ocasiona que adultos los adquieran sin ninguna guía sanitaria al respecto de cómo administrar el medicamento a sus hijos. Para el uso racional de medicamentos, debe ser guiado por un profesional de la salud, que cuente con el conocimiento del perfil de efectos de un fármaco (terapéuticos y adversos) para realizar una correcta selección y un uso de los medicamentos.

Los AINES constituyen uno de los grupos de fármacos más prescritos en la población sin embargo, su uso crónico produce efectos severos, es por ello que es importante el control de los mismos. Es fundamental tomar en cuenta que la población pediátrica es una de las más afectadas por estas consecuencias, algunos efectos adversos del uso indiscriminado son: alteraciones gastrointestinales, hepáticas, hematológicas y renales, otros efectos adversos frecuentes en los niños son: diarrea, cefalea, náuseas, estreñimiento, erupción cutánea, mareos, flatulencia, dolor abdominal y dispepsia (Barzola, 2015).

Un estudio publicado en 'The Journal of Pediatrics' aborda el tema de daño renal en niños por el uso de AINES, la investigación analizó el número de niños con diagnóstico de lesión renal aguda durante un período de 11 años, los resultados obtenidos demostraron que de 1015 pacientes con lesión renal aguda, en 27 de ellos se identificó la enfermedad asociada a AINES. El 78% de los 27 pacientes había estado utilizando AINES durante menos de siete días y el 75 % tomó la medicación en la dosis correcta (Barzola, 2015).

Debido al alto impacto que hay respecto al uso irracional y la auto medicación con ANES, se realizó la investigación que evaluó el riesgo de daño renal por el uso indiscriminado de AINES en pacientes pediátricos de la Clínica de Niño Sano del Hospital Roosevelt, junto con una intervención educativa dirigida a cuidadores de pacientes de la Clínica del Niño Sano para promover el uso racional de medicamentos AINES en pacientes pediátricos.

Se desarrolló un estudio retrospectivo observacional incluyendo a un total de 33 pacientes pediátricos guatemaltecos que utilizan Tacrolimus como terapia inmunosupresora post trasplante renal y que sean atendidos en FUNDANIER, siendo estos dos los únicos requisitos a cumplir para poder ser tomados en cuenta en la investigación.

Los genotipos de CYP3A5 fueron determinados previamente utilizando el análisis de PCR-RFLP

estableciéndose dos grupos: expresores (todos aquellos con al menos un alelo \*1, es decir los genotipos \*1/\*3 y \*1/\*1) y no expresores (únicamente el genotipo \*3/\*3).

Los parámetros de reportes de farmacovigilancia fueron recopilados manualmente de los expedientes médicos incluyendo los registros de eventos de rechazo, infecciones y hospitalizaciones. La información recopilada fue dentro del rango de tiempo del 2018 hasta agosto de 2022 y fueron analizados utilizando medidas de tendencia central.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Universo:** Pacientes de la clínica de Niño Sano del Hospital Roosevelt.

**Muestra:** Pacientes de cada clínica que respondan la encuesta.

**Tipo de estudio y diseño metodológico:** Estudio de tipo cuantitativo, no experimental de carácter transversal descriptivo.

### Materiales

**Instrumentos:** Encuesta digital a través de Google Forms en la cual se detalló la información necesaria para poder encontrar la relación entre el uso irracional de los AINES y el riesgo a daño renal en pacientes pediátricos.

### Métodos

**Recolección de datos:** Los estudiantes de EDC abordaron a los padres que asisten a la Clínica de Niño Sano en horario de 7 a 11 de la mañana, para poder encuestarlos sobre el uso de AINES y el daño renal por automedicación, a través de la encuesta digital dirigida con un tiempo de aproximadamente 5 minutos por cada parente de familia. Esta fase tiene una duración de 8 semanas (marzo-abril 2022).

### Tabulación de datos y resultados

Una vez obtenidos los datos de la encuesta digital dirigida, los estudiantes EDC realizaron la tabulación de datos por medio de software de hojas de cálculo de Microsoft Excel, para correlacionar el uso irracional de AINES con el daño renal en los pacientes pediátricos de la Clínica de Niño Sano. Esta fase duró una semana. Los datos obtenidos se presentaron de manera gráfica de acuerdo a su significancia.

### Análisis de resultados

Con los datos obtenidos se realizó la interpretación

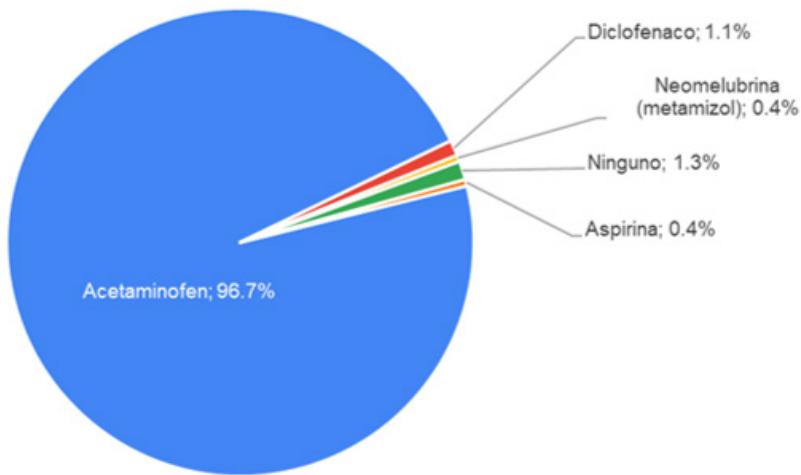
de resultados, los aspectos a evaluar fueron caracterización de la muestra, conductas y patrones de automedicación, factores de riesgo de daño renal relacionados al uso de AINES y relacionados a otros factores, causas alternativas de daño renal, posibles factores protectores, datos de consumo de AINES en Guatemala o en instituciones de salud, costo que representan, y demás datos fármaco epidemiológicos que fueron útiles para el análisis de resultados.

#### Divulgación de información

De forma paralela se llevaron a cabo los programas radiales para la divulgación de información relacionada al tema "Uso de AINES y daño renal" a través del programa radial "La botica en tu radio" que es transmitido por la 92.1 FM. Estos programas radiales tuvieron una duración de 50 minutos segmentados en tres partes: entrevista con profesionales, actualización y educación en salud y por último un clip cultural. Adicionalmente, se realizó un afiche informativo relacionado al tema que se presentó a manera de resumen del programa radial.

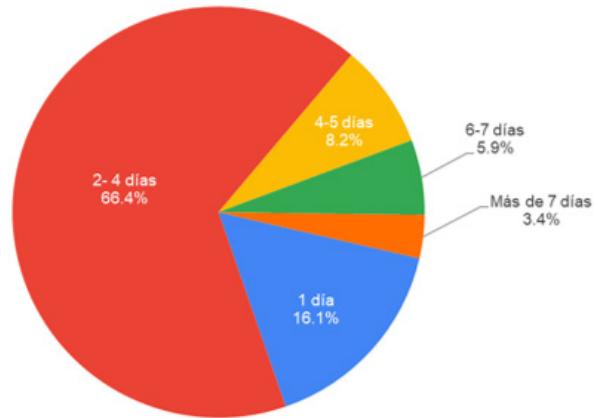
## RESULTADOS

Figura 1. Antiinflamatorios no esteroideos más utilizados por los cuidadores que llevan a sus hijos (as) a la Clínica del Niño Sano del Hospital Roosevelt.



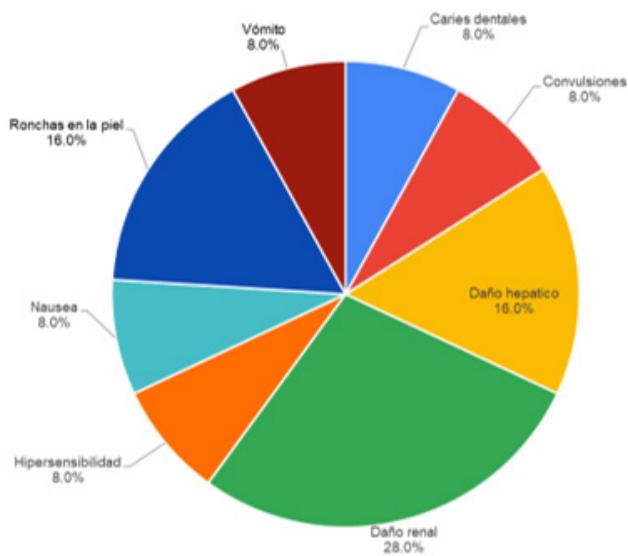
En la Figura 1 se observa que el antiinflamatorio no esteroideo más utilizado por los padres y cuidadores que llevan a sus hijos (as) a la Clínica del Niño Sano del Hospital Roosevelt, es el acetaminofen con un 96.7%, el 1.3% no utiliza antiinflamatorios no esteroideos, un 1.1% utiliza diclofenaco, 0.4% utiliza ácido acetilsalicílico y un 0.4% utiliza neomelubrina.

Figura 2. Período más largo que los cuidadores utilizan Antiinflamatorios No Esteroides en sus hijos (as) que acuden a la Clínica Niño del Sano del Hospital Roosevelt.



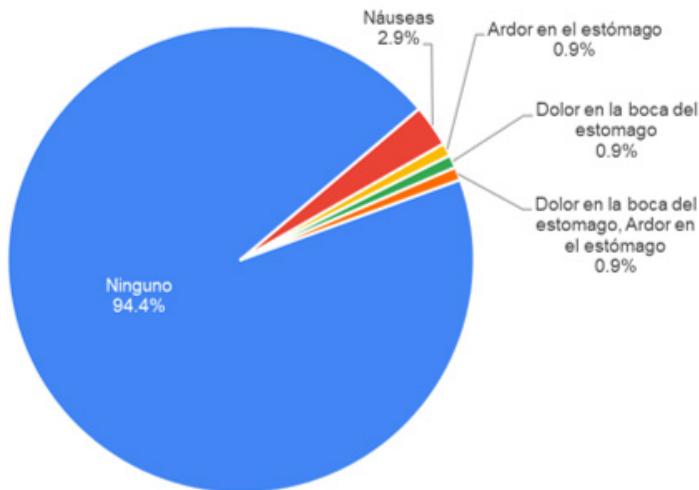
En la Figura 2 se observa que la mayoría de los padres o cuidadores de los niños (as), sólo administran entre 2-4 días los antiinflamatorios no esteroideos a sus hijos, siendo el 63.6% de los padres encuestados, y sólo un 3.3% administran los AINES más de 7 días.

Figura 3. Reacciones adversas más frecuentes que los cuidadores relacionan al uso de antiinflamatorios no esteroideos.



En la Figura 3 se puede observar que el 28.0% de los cuidadores encuestados, consideran que los antiinflamatorios no esteroideos pueden causar daño renal, un 16.0% considera que puede causar daño hepático y un 16.0% que puede causar ronchas en la piel.

Figura 4. Reacciones adversas más comunes observadas en los niños (as) tras la administración de antiinflamatorios no esteroideos.



En la Figura 4 se puede observar que el 94.4% de los padres encuestados, indicaron que sus hijos (as) no presentaron efectos adversos tras la medicación con antiinflamatorios no esteroideos, un 2.9% observó que sus hijos presentaron náuseas y el resto de cuidadores indicaron que presentaron molestias gastrointestinales.

Tabla 1. Programas radiales sobre los Antiinflamatorios No Esteroides transmitidos por Radio Universidad 92.1FM a las ocho horas de la mañana con la presencia de profesionales invitados.

No. grupo	Programa Radial (Temática)	Profesional invitado	Estudiantes	Fecha de emisión del programa en la radio	Vistas alcanzadas hasta 27/04/2022
1	Dolor y fiebre, tratamiento adecuado y posibles orígenes.	Dra. Marisol Bustamante	Guillermo Alejandro Castillo Burmester, Andrea Elizabeth López Marroquín e Ingrid Verónica Alonso Hernández	16 de Febrero de 2022	165
2	Hablemos de medicamentos para el dolor e inflamación	Licda. Alejandra Ruiz	Marlin Marilí Estrada Barrera, Valerie Patricia del Cid Castillo y Luisa Fernanda Morataya Rodríguez	23 de Febrero de 2022	293
3	Diferencias entre analgésico, antipirético y antiinflamatorio y su uso correcto.	Licda. Claudia Gatica	Dayri Noemí Requena Gómez, Marilyn Montes Munguía y Flor de María Sigantay González	9 de Marzo de 2022	211
4	Automedicación de AINES guiada por padres; y su efecto en la niñez.	Dr. Pablo Grazioso	Julio Ronaldo Arrecis Ochoa, Manuel Alejandro Tum Berganza y Alejandra Yamilet Mazariegos Cuyuch	16 de Marzo de 2022	275
5	Uso correcto de analgésicos.	Dr. Gilberto Recinos	Stephany del Carmen Hernández Orellana, Aurora Carolina Hernández Palacios y Libni Melissa Pérez Rivas	23 de Marzo de 2022	134

No. grupo	Programa Radial (Temática)	Profesional invitado	Estudiantes	Fecha de emisión del programa en la radio	Vistas alcanzadas hasta 27/04/2022
6	Incidencias del uso de analgésicos a nivel mundial y de latinoamérica.	EPS María Jose Melendez y Karla Martinez	Lauro Manuel Antonio Zuñiga Peralta, Almary Gabriela Chamalé Linares y Karla Fernanda Carrascoza García	6 de Abril de 2022	222
7	Riesgo Renal derivado del uso de analgesicos	Dr. Randall Lou Meda	Ana Fabiola Castañeda Rodríguez, María del Carmen Gálvez Aguilar y Rheneé María Alejandra Fernández Torcelli	20 de Abril de 2022	377
8	Uso desmedido de analgesicos y salud ocupacional	Licda. Carol Guzmán	Carol Merari Caceros Castañeda, Wotsvely Aldana Véliz y Camila Isabel Ambrocio Peña	27 de Abril de 2022	133
9	Uso racional de analgesicos y antiinflamatorios (AINES) experiencia en Guatemala.	Licda. Lorena Cerna	David Alejandro Velásquez Perez, Ana Lisette Catalán Corado y Ronald Alexander Castellanos Sierra	11 de Mayo de 2022	Aún no transmitido
10	Causas alternativas de daño renal en niños y trasplantes	Dra. Sindy Mendez	Flor De María Castellanos Garcia, Shirley Marta Andrea Chalí López y Ana Lissette Alvizuris García	18 de Mayo de 2022	Aún no transmitido
11	Hábitos para preservar la salud renal.	Dr. Edgar Reyes (IGSS)	Edwin André Florán Castillo, Francisco Estuardo Ajcip Cuyuch y Amy Kateleen Aldana de la Cruz	1 de Junio de 2022	Aún no transmitido

En la Tabla 1, se observan los nombres de los estudiantes de EDC del primer semestre de Farmacia Hospitalaria y de los profesionales, que participaron en los programas radiales, en Radio Universidad 92.1 FM en el programa “La botica en tu radio”, en los cuales se brindó información relacionada al uso de AINES y cómo estos afectan a los riñones, y tratamientos ante el daño renal.

## DISCUSIÓN

Los AINES al ser de venta libre los cuidadores suelen dar AINES a los niños. El estudio se basó en la recopilación de datos del 1 de marzo al 1 de abril de 2022 con 461 encuestas en la Clínica del Niño sano del Hospital Roosevelt, se obtuvo que la mayorías de pacientes pediátricos se encuentran en un rango de edad entre los 3 a 12 años, con una mayor concurrencia de varones, de etnia mestiza que viven en el departamento de Guatemala y que acuden por chequeos ocasionales.

En la Figura 1 se observan los AINES que reportan los cuidadores que le administran al infante, el acetaminofén es el más utilizado, esto se debe al hecho que es el medicamento popularmente más conocido y económicamente más accesible a los AINES. Además, es uno de los tratamientos inicialmente recomendados en el paciente pediátrico gracias a su actividad antipirética al igual que su actividad analgésica e inflamatoria que se utiliza para

tratar el dolor de intensidad leve a moderado (Tovilla et al., 2009).

Las razones generales para la automedicación guiada por los padres son diversas, incluyendo principalmente un sistema de salud deficiente hasta la percepción de que la enfermedad es demasiado leve para buscar atención médica, sin embargo, la automedicación para tratar síntomas autodiagnosticados, el uso intermitente o continuo de medicamentos para enfermedades o síntomas crónicos o recurrentes, por parte de los padres a los hijos, no es apropiado (Simon y Kazauna, 2020).

En la Figura 2 se observan los períodos más largos de administración de los AINES, donde el 63.6% de los cuidadores indicaron que administraban los medicamentos de 2 a 4 días, el tiempo de duración por tratamiento depende del diagnóstico del paciente y del medicamento prescrito, porque cada uno tiene diferente vida media, por lo este período se puede

considerar prudencial, sin embargo, el periodo dependerá del diagnóstico del paciente.

Con respecto al 4.3% de los cuidadores (ver Figura 2) no indicaron por cuánto tiempo administraban los medicamentos, puede ser un ejemplo del uso irracional de los medicamentos, porque no solo están administrando el medicamento sin conocer por cuánto tiempo se debe de dar, sino que están automedicando al niño(a) sin tener información del medicamento. El 3.3% de los cuidadores (ver Figura 2) administraban por más de 7 días los AINES, esto es perjudicial para la salud de los niños (as), porque cuanto más tiempo lo esté tomando el paciente mayor será la probabilidad de que aparezcan efectos adversos (Barzola, 2015).

En la Figura 3 se observa que de los diferentes efectos adversos que los cuidadores asocian al consumo de AINES, el más notable corresponde al daño renal. Lo que puede deberse a que han adquirido un conocimiento general empírico tras la experiencia de la administración de AINES. Es por esta razón, que es importante considerar el uso irracional de los medicamentos ya que constituye un riesgo para los pacientes pediátricos y un derroche de recursos; diversos factores influyen sobre este uso irracional: la promoción de los medicamentos por parte de la industria farmacéutica, las actitudes, creencias, prácticas de los profesionales de la salud y de los consumidores y el hábito de prescripción de los médicos es uno de los más frecuentes (Cooper, et. al., 2017; Zaragoza, 2006).

La mayoría de cuidadores no tiene conocimiento sobre los efectos adversos causados por el uso de AINES, esto puede ser una de las razones por la que el 94.4% de los cuidadores (ver Figura 4) han reportado que el niño(a) no presentan efectos adversos; otra razón puede explicarse con la Figura 2, donde la mayoría de los cuidadores informaron que el período de administración era de 2-4 días, lo cual no es considerado como un período prolongado, por ello la mayoría de los infantes no presentaban algún efecto adverso; otra explicación puede ser que los cuidadores administraran los medicamentos junto con alimentos o antiácidos, para prevenir los efectos secundarios gástricos (Barzola, 2015).

Las reacciones adversas más frecuentes por el consumo de AINES son de tipo gastrointestinal, en la Figura 4, el 5.6% de cuidadores reportaron que los infantes presentan molestias digestivas, la más notificada es la náusea (2.9%), esto se debe que al inhibir la secreción de prostaglandinas, disminuye su efecto citoprotector y controlador de la secreción gástrica, por lo que da lugar a un cortejo sintomático como epigastralgias, náuseas, vómitos, sangrado gastrointestinal (Mainou et al., 2005).

Se obtuvieron resultados, donde se demuestra que los cuidadores acuden al médico para plantear sus dudas, lo cual es una práctica adecuada ya que

el médico conoce sobre el tratamiento y el cuadro clínico del paciente. Sin embargo, hay cuidadores que se basan en información recopilada de internet, lo que puede llevar a tratar las dolencias y enfermedades de manera inoportuna e inadecuada, además se debe tomar en cuenta la creciente popularización de publicaciones con información falsa en redes sociales que conduce a la desinformación y diseminación de la misma (Erviti et al., 2022).

Es importante destacar que el uso crónico de AINES se asocia con un riesgo de desarrollar complicaciones renales, dado que los AINES alteran la función renal por inhibición de la COX1 que regula la filtración glomerular y de la COX2 que interviene en la excreción de agua y sal. Se ha reportado que los niños(as) que consumen AINES tienen un riesgo 3 veces mayor de desarrollar fallo renal agudo que los niños(as) que no consumen AINES (Aranguren et al., 2016).

Se demostró que los niños (as) que visitan la Clínica del Niño Sano consumen bebidas gaseosas, el consumo de estas bebidas carbonatadas se ha relacionado con diabetes, hipertensión y cálculos renales, todos factores de riesgo para la enfermedad renal crónica. Las bebidas de cola, en particular, contienen ácido fosfórico y se han asociado con cambios urinarios que promueven cálculos renales. Por otro lado, es importante tomar en cuenta que los medicamentos como el ibuprofeno no deben de mezclarse con bebidas gaseosas, puesto que el ácido carbónico de las mismas aumentará la absorción y concentración del medicamento en la sangre, lo que puede intoxcar y afectar a los riñones. Por ello se insta a los padres a reducir el consumo de estas bebidas en los niños, especialmente si le automedian con gran frecuencia este tipo de AINEs a sus hijos (Kondal & Garg, 2003; Saldana et al., 2007).

En la tabla 1 se observan los datos asociados con la realización de programas radiales informativos relacionados con el uso de AINES, los cuales fueron elaborados por los estudiantes del Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC-; las programaciones transmitidas a partir del 16/02/2022 hasta 27/04/2022 poseen un promedio aproximado de 226 visualizaciones por programa informativo, la transmisión de dichas programaciones generan una promoción de la salud y la difusión de información de autocuidados para el uso racional de AINES para la prevención de enfermedades renales, permitiendo aumentar la participación social y mejorando la autosuficiencia en la salud (Organización Mundial de la Salud, 2021).

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada gracias al apoyo de los estudiantes de Química Farmacéutica del primer semestre de 2022, de la Práctica de Farmacia Hospitalaria y en especial a las profesoras del Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC-.

## REFERENCIAS

- Aranguren, I., Elizondo, G., y Azparren, A. (2016). Consideraciones de seguridad de los AINE. Boletín de Información Farmacoterapéutica de Navarra. 24(2). ISSN: 1138-1043.
- Barzola, J. A. (2015-06). Terapia farmacológica de antiinflamatorios no esteroidales en niños de 6 a 10 años. [Tesis de grado]. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11251>
- Cooper, T., Heathcote, L., Anderson, B., Grégoire, M., Ljungman, C. (2017). Fármacos Antiinflamatorios no Esteroides (AINE) para el Dolor Relacionado con el Cáncer en Niños y Adolescentes. Nueva York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Erviti, M., Salaverría, R., León, B., Martínez, M., & López, I. (2022). Mentiras contagiosas. Guía para esquivar la desinformación en salud. Pamplona: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra. DOI: <https://doi.org/10.15581/978-84-8081-720-2>
- Kondal, A. & Garg, S. (2003). Influence of acidic beverage (Coca-Cola) on pharmacokinetics of ibuprofen in healthy rabbits. Indian J Exp Biol. 41(11):1322-1324
- Mainou, C., Mainou, A. y Borrell, M. (2005). Analgésicos en pediatría. Farmacia hospitalaria 19(10):68-75
- OMS. (2021, 1 de abril). Atención primaria de salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/primary-health-care#:~:text=La%20atenci%C3%B3n%20primaria%20de%20salud%20garantiza%20a%20las%20personas%20una,possible%20de%20sus%20lugares%20habituales>.
- Saldana, T., Basso, O., Darden, R. & Sandler, D. (2007). Carbonated beverages and chronic kidney disease. Epidemiology 18(4):501-506
- Simon, B. y Kazaura, M. (2020). Prevalencia y factores asociados con los padres que se automedican con antibióticos a niños menores de cinco años en el consejo del distrito de Bagamoyo, Tanzania: un estudio transversal. Preferencia y adherencia del paciente, 14(1), 1445–1453. <https://doi.org/10.2147/PPA.S263517>
- Tovilla, M., Castañeda, J. y Blanco, A. (2009). Consenso Mexicano sobre Uso de AINES en el Paciente Pediátrico. Revista Mexicana de Pediatría 76(6):278-280
- Zaragoza, O. (2006). Uso Racional de Medicamentos. Madrid: Exlibris Ediciones.

---

## **ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE ANTIBIÓTICOS CARBAPENÉMICOS Y CEFTRIAXONA EN SERVICIOS CLÍNICOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT DE GUATEMALA**

---

Br. Gabriela Nohemí Reyes Lemus<sup>1,2</sup>

Lcda. Eleonora Gaitán<sup>1</sup>

Lcda. Lesly Xajil<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sub Programa de Farmacia Hospitalaria,  
Experiencia Docente con la Comunidad -EDC-.  
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

<sup>2</sup> Contacto: gabrielanohemireyes@gmail.com

### **RESUMEN**

Medicamentos de amplio espectro como la ceftriaxona y los carbapenémicos son antibióticos efectivos contra varios grupos de microorganismos y pueden ser susceptibles a la resistencia antimicrobiana. Se evaluó el uso de estos antibióticos en los Servicios de Medicina Interna, recolectando datos como la vía de administración, dosis, frecuencia, el diagnóstico y si se dio algún cambio de antibiótico durante el período del 1 de agosto al 14 de octubre. Adicionalmente, se incorporaron datos de la Unidad de Microbiología para asociar el perfil de resistencia antimicrobiana de los aislamientos obtenidos en los Servicios de Medicina Interna. Se evidenció un mayor consumo de y de ceftriaxona en pacientes de sexo femenino, entre 55-64 años de edad. Los Servicios A, C y E usaron más carbapenémicos, mientras que el Servicio D empleó más ceftriaxona. Las prescripciones de carbapenémicos se ajustaron correctamente. El Servicio C tuvo el mayor uso de antibióticos en general. Los microorganismos más comunes fueron Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa y Burkholderia cepacia.

Palabras clave: Antibióticos, carbapenémicos, ceftriaxona, resistencia antimicrobiana, uso racional.

### **ABSTRACT**

Broad-spectrum drugs such as ceftriaxone and carbapenemics are effective antibiotics against various groups of microorganisms and may be susceptible to antimicrobial resistance. The use of these antibiotics in Internal medicine services was evaluated, collecting data such as route of administration, dose, frequency, diagnosis and whether there was any change of antibiotic during the period from August 1 to October 14. Additionally, data from the Microbiology Unit were incorporated to associate the antimicrobial resistance profile of the isolates obtained in the Internal medicine services. A higher consumption of carbapenem antibiotics and ceftriaxone was observed in female patients between 55-64 years of age. Services A, C and E used more carbapenemics, while service D used more ceftriaxone. Carbapenemics prescriptions were well matched. Service C had the highest overall antibiotic use. The most common microorganisms were Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Pseudomonas aeruginosa, and Burkholderia cepacia.

Keywords: Antibiotics, carbapenemics, ceftriaxone, antimicrobial resistance, rational use.

## INTRODUCCIÓN

Los antibióticos se definen como "la sustancia química producida por un ser vivo o fabricada por síntesis, capaz de paralizar el desarrollo de ciertos microorganismos patógenos, por su acción bacteriostática, o de causar la muerte de ellos por su acción bactericida" (OPS, 2004). El uso racional de antibióticos es una necesidad de primera causa debido a la aparición de resistencia antimicrobiana, ya considerada como un problema de salud pública a nivel mundial.

Los carbapenémicos entre los betalactámicos, son los más efectivos contra bacterias Gram negativas y Gram positivas, ya que presentan un amplio espectro de actividad antimicrobiana, y son menos vulnerables a la mayoría de los factores que determinan la resistencia a los betalactámicos. En muchos hospitales estos son considerados como el último recurso y el más confiable para varios tipos de infecciones microbianas ya que presentan menos efectos secundarios en comparación a otros antibióticos. Las cefalosporinas, también son antibióticos betalactámicos y una de las más utilizadas es la ceftriaxona, la cual es de amplio espectro y es utilizada para tratar infecciones del cerebro, pulmones, el oído medio, vías urinarias y riñones, sangre, y el corazón. La ceftriaxona se encuentra en la lista de antibióticos más consumidos y por esta razón presenta un mayor porcentaje de resistencia (Rivas, et al, 2002).

La resistencia a los antibióticos avanza progresivamente y representa un problema grave en el ámbito de salud. La mutación de microorganismos, recetas inadecuadas o innecesarias, dosis, frecuencia y duración incorrecta, uso excesivo de los mismos y automedicación por parte de la población son algunas de las causas de su aparición. El uso inadecuado de antibióticos presenta otras consecuencias como aumento de costos de atención médica ya que su amplio uso conlleva a la obsolescencia al aparecer microorganismos resistentes. Por lo tanto, el uso inadecuado de antibióticos representa un riesgo para la salud y un desperdicio de recursos económicos en los Servicios de salud; además, contribuye al aumento de la resistencia bacteriana.

El presente trabajo tuvo como finalidad el obtener datos de interés sobre el uso de antibióticos carbapenémicos y ceftriaxona, para poder así caracterizar sus patrones de uso. Esto debido al desconocimiento de la magnitud y características de prescripción de antibióticos que se aplica para el Hospital Roosevelt, fue necesario llevar a cabo un estudio que evidencie el estado actual de uso de este grupo de fármacos. Se analizaron dichos datos por medio de la métrica de Dosis Diaria Definida cada 100 días-paciente (DDD/100) ya que permite establecer comparaciones de una forma más generalizada. Los resultados obtenidos muestran la

efectividad del programa PROA mediante la evaluación de indicadores basados en el consumo y permiten medir el impacto de las intervenciones realizadas. Además también se tomaron en cuenta datos proporcionados por la Unidad de microbiología del hospital para evaluar los microorganismos aislados y el perfil de resistencia de los mismos hacia los antibióticos carbapenémicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

- Instrumento para la recolección de datos
- Expedientes clínicos de pacientes bajo tratamiento de antibióticos carbapenémicos y ceftriaxona en un período de 3 meses (agosto-octubre)
- Kárdex de enfermería cada uno de los Servicios de interés

### Métodos

#### Fase 1: Diseño y Validación de Instrumento de Recolección de Datos

Para la obtención y registro de los datos necesarios para el estudio fue propuesta una hoja de recolección de datos.

En el documento de recolección de datos fueron registradas las siguientes variables:

- Datos demográficos del paciente
- Primer nombre y primer apellido
- Edad: en años
- Sexo: masculino, femenino
- Fecha de ingreso y fecha de egreso al hospital (día-mes)
- Diagnóstico que motivó la prescripción
- Medicamentos prescritos (dosis, frecuencia, vía de administración)
- Indicación
- Fecha de inicio y de omisión del tratamiento antibiótico

#### Fase 2: Recolección y digitalización de datos

Tras validar y aprobar el documento de recolección de datos, se procedió a la fase experimental del estudio. Los estudiantes de Atención Primaria en Salud llevaron a cabo este proceso durante 12 semanas, de 10:00 am a 12:00 pm. Se evaluaron las prescripciones de carbapenémicos y ceftriaxona en

los Servicios de Medicina Interna A y C (para hombres) y D y E (para mujeres) del Hospital Roosevelt de Guatemala. Los datos se registraron inicialmente en un formato físico y luego se transfirieron diariamente a un formato digital en una hoja de Excel en Google Drive. Este archivo contenía cuatro hojas correspondientes a cada uno de los encamamientos, con variables detalladas, además de una columna para el nombre del registrador y otra para la Clasificación Internacional y Estadística de Enfermedades (CIE-10). También se mantuvo un registro diario del porcentaje de ocupación de camas en cada Servicio. Por último, se solicitó a la Unidad de Microbiología el perfil de resistencia antimicrobiana de los aislamientos obtenidos en los Servicios de Medicina Interna del 1 de agosto al 14 de octubre de 2022.

### **Fase 3: Análisis e Interpretación de Resultados**

Se llevó a cabo el análisis de la Dosis Diaria Definida (DDD) para medir el consumo de carbapenémicos y ceftriaxona en cada uno de los Servicios. Se calculó la

DDD entre 100 días de estancia, a través de la siguiente fórmula:

$$DDD/100 \text{ días - cama} = \frac{(Gramos de antimicrobiano/DDD específica) \times 100}{Número de días \times Número de camas}$$

Se analizaron las patologías más comunes relacionadas con el uso de carbapenémicos y ceftriaxona en los Servicios de Medicina Interna A, C, D y E, así como la frecuencia y el porcentaje de prescripción de estos antibióticos. Se llevó a cabo un análisis descriptivo que abarcó variables cuantitativas, como Dosis Diaria Definida, promedio y desviación estándar (edad, tiempo y tratamiento), y variables cualitativas, como frecuencias absolutas y porcentajes, utilizando las fórmulas de Microsoft Excel. Los resultados se presentaron visualmente a través de tablas y gráficos.

## **RESULTADOS**

Tabla 1  
Porcentaje del uso general de ceftriaxona y carbapenémicos.

<b>Servicio Clínico</b>	<b>Porcentaje del uso general</b>
Medicina A	70%
Medicina C	76%
Medicina D	59%
Medicina E	45%

Tabla 2  
Porcentaje de carbapenémicos utilizados en Medicina Interna.

<b>Servicio Clínico</b>	<b>Meropenem</b>	<b>Ertapenem</b>	<b>Imipenem</b>
Medicina A	53%	47%	0%
Medicina C	38%	21%	41%
Medicina D	42%	46%	12%
Medicina E	45%	50%	5%

Tabla 4  
Consumo de Ceftriaxona y Carbapenémicos en los Servicios de Medicina Interna (DDD/100).

Antibiótico	DDD/100 días-paciente		
	Agosto	Septiembre	Octubre
<b>Medicina A</b>			
Ceftriaxona	8.36	1.44	10.04
Ertapenem	3.02	2.52	1.88
Imipenem	0.00	0.00	0.00
Meropenem	2.58	1.76	4.08
<b>Medicina C</b>			
Ceftriaxona	10.37	2.76	4.81
Ertapenem	1.07	0.46	1.99
Imipenem	0.70	9.27	1.57
Meropenem	6.69	3.52	6.90
<b>Medicina D</b>			
Ceftriaxona	10.98	7.60	4.73
Ertapenem	7.91	4.28	6.13
Imipenem	0.96	1.57	3.42
Meropenem	7.75	13.66	10.16
<b>Medicina E</b>			
Ceftriaxona	3.57	2.18	0.79
Ertapenem	2.45	1.13	4.64
Imipenem	1.74	0.00	0.00
Meropenem	5.28	7.09	16.11

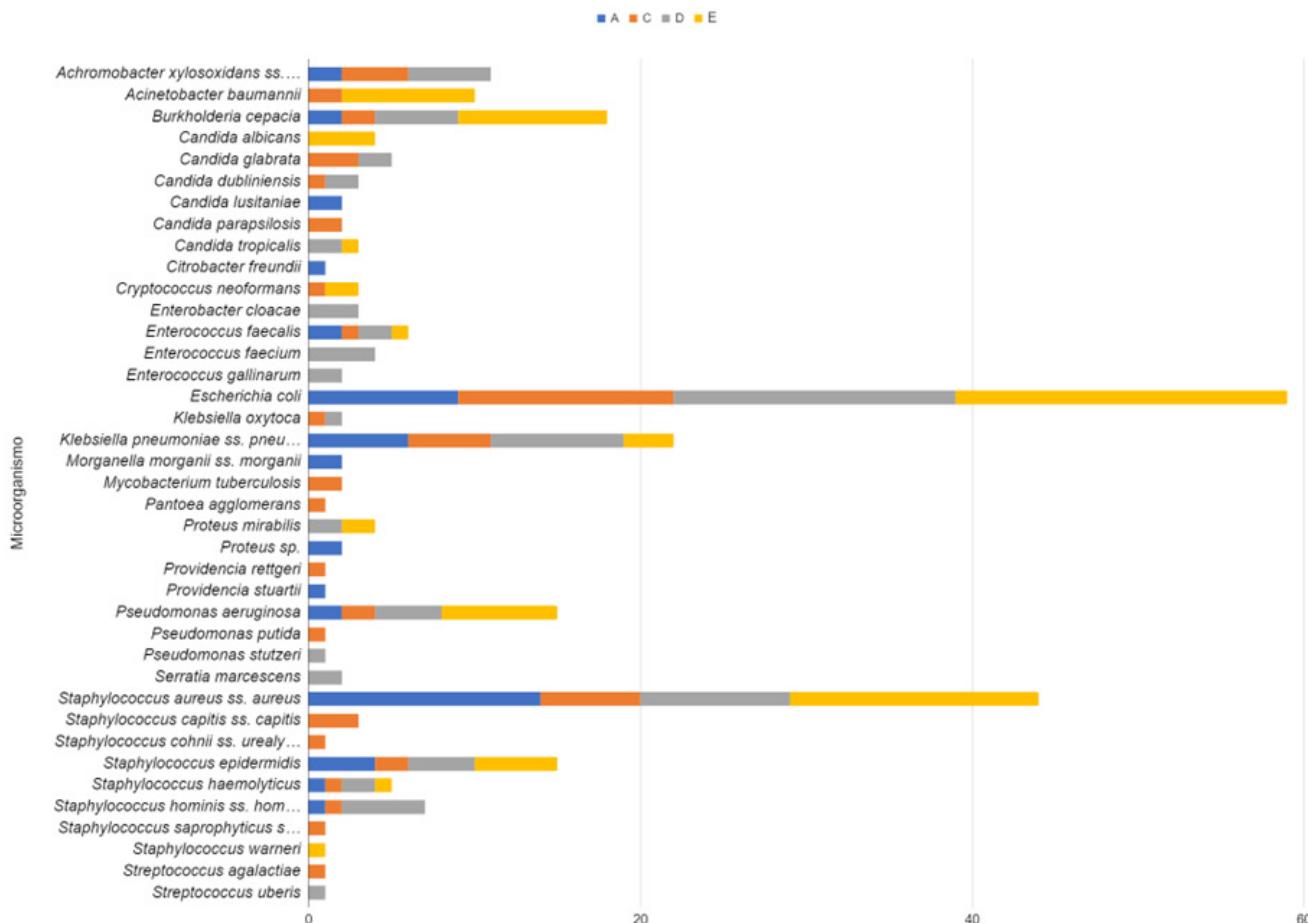
Tabla 5  
Perfil de resistencia antimicrobiana de los aislamientos obtenidos en Medicina Interna del 01 de agosto al 14 de octubre del 2022.

Microorganismo	Medicina A			Medicina C			Medicina D			Medicina E		
	IPM %R	MEM %R	ETP %R	IPM %R	MEM %R	ETP %R	IPM %R	MEM %R	ETP %R	IPM %R	MEM %R	ETP %R
<b><i>Escherichia coli</i></b>	12.5 (8/8)	50 (8/8)	80 (5/8)	0 (8/8)	25 (8/8)	20 (5/8)	-	-	-	25 (4/4)	25 (4/4)	66.7 (3/4)
<b><i>Klebsiella pneumoniae ss.</i></b>	33.3 (3/3)	33.3 (3/3)	0 (2/3)	-	-	-	25 (4/4)	0 (4/4)	0 (3/4)	-	-	-
<b><i>Providencia rettgeri</i></b>	-	-	-	100 (1/1)	100 (1/1)	100 (1/1)	-	-	-	-	-	-
<b><i>Serratia marcescens</i></b>	-	-	-	-	-	-	100 (2/2)	100 (1/2)	-	-	-	-
<b><i>Proteus mirabilis</i></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50 (2/2)	0 (2/2)	0 (1/1)
<b><i>Pseudomonas aeruginosa</i></b>	-	-	-	100 (2/2)	0 (2/2)	-	50 (2/2)	100 (2/2)	-	20 (5/5)	20 (5/5)	-
<b><i>Acinetobacter baumanii</i></b>	-	-	-	100 (1/2)	50 (2/2)	-	-	-	-	100 (4/4)	100 (4/4)	-

Nota: Los números entre paréntesis indican el número de aislamientos que fueron resistentes y la cantidad de aislamientos probadas frente al antimicrobiano y el número en la parte superior es el porcentaje de resistencia del antimicrobiano probado; - = No evaluado; IPM= Imipenem; MEM= Meropenem; ETP= Ertapenem

Fuente: Unidad de Microbiología. Hospital Roosevelt. 2022

Gráfica 1  
Microorganismos aislados en los meses de agosto, septiembre y octubre de 2022 de los Servicios de Medicina Interna A, C, D y E



## DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observan los porcentajes del uso de antibióticos bajo estudio por Servicio, siendo la Medicina C la que presenta un mayor porcentaje del uso de los mismos, seguido de la Medicina A, mientras que los Servicios con menor porcentaje de uso de antibióticos fueron la Medicina E y la Medicina D. Cabe resaltar que los dos Servicios con mayor porcentaje de uso de antibióticos fueron los encamamientos de hombres (Medicina A y C) y los que presentaron menor porcentaje uso de antibióticos fueron los encamamientos de mujeres (Medicina D y E).

En la Tabla 2 se muestra el porcentaje de utilización de carbapenémicos en los Servicios de Medicina Interna. Se destaca que en el Servicio A, el más utilizado es el meropenem, en el Servicio C es el imipenem, y en los Servicios D y E, el ertapenem. El

uso de ertapenem se considera apropiado debido a su menor presión selectiva en bacterias multirresistentes (Vallejo et al., 2018), mientras que el meropenem, aunque efectivo, debe utilizarse con precaución debido a su capacidad para contrarrestar microorganismos productores de betalactamasas en un amplio espectro, lo que lo hace susceptible a la resistencia de bacilos gram negativos (Guerrero et al., 2021). El uso de imipenem se reduce en los Servicios A, D y E, posiblemente debido a altos niveles de resistencia, que se reflejan en la Tabla 5, donde tanto imipenem como meropenem presentan altos porcentajes de resistencia (50 - 100%) en varios aislamientos de diferentes bacterias. Esto concuerda con resultados anteriores que indican altas tasas de resistencia en hospitales nacionales (Ordoñez, 2017). Además, se observa resistencia a ertapenem

en *E. coli* y *Providencia rettgeri*, lo que sugiere un posible desarrollo de mecanismos de resistencia.

La Tabla 4 muestra el consumo general de los antibióticos ceftriaxona y carbapenémicos en los Servicios de Medicina Interna A, C, D y E durante los meses de agosto, septiembre y los primeros 14 días de octubre, según la dosis diaria definida por cada 100 días-paciente. En agosto, la ceftriaxona fue el antibiótico más consumido en la mayoría de los Servicios, excepto en Medicina E, donde meropenem fue el de mayor uso; meropenem fue el segundo más consumido en los Servicios C y D, mientras que en el Servicio A fue el ertapenem y el imipenem tuvo el menor consumo en todos los Servicios. En septiembre, meropenem fue el antibiótico más consumido en los Servicios D y E, mientras que en el Servicio A, ertapenem tuvo un mayor consumo y en el Servicio C, imipenem cilastatina fue el más utilizado; nuevamente, imipenem tuvo el menor consumo en la mayoría de los Servicios. En octubre, durante los primeros 14 días, la ceftriaxona fue el antibiótico más consumido en el Servicio A, mientras que en los Servicios C, D y E, el meropenem fue el de mayor consumo; el Imipenem cilastatina fue el antibiótico menos utilizado en todos los Servicios.

La Tabla 5 muestra el análisis de resistencia antimicrobiana en los Servicios de Medicina Interna, donde se observaron diferentes patrones de resistencia en relación con los antibióticos y los microorganismos aislados. *E. coli* mostró una alta resistencia a ertapenem en los Servicios de Medicina A y E, superando el 66%. En cuanto a meropenem, también hubo resistencia por encima del 25% en los Servicios de Medicina A, C y E. Imipenem mostró la mejor actividad contra *E. coli*, con bajos porcentajes de resistencia en la mayoría de los Servicios. *Klebsiella pneumoniae* se aisló en los Servicios de Medicina A y D, y ertapenem no mostró resistencia en ninguno de los Servicios; tanto imipenem como meropenem tuvieron un 33.3% de resistencia en el Servicio A y un 25% de resistencia en el Servicio D; estos resultados permiten comparar con estudios previos, donde *K. pneumoniae* y su enzima carbapenemasa KPC son la principal causa de resistencia a los carbapenémicos, especialmente a imipenem y meropenem (Vera et al., 2017). *Providencia rettgeri* se aisló sólo en el Servicio de Medicina C, y todas las cepas fueron resistentes a imipenem, meropenem y ertapenem debido a la presencia de una enzima llamada NDM-1 (Castañeda et al., 2016). *Serratia marcescens* se encontró únicamente en el Servicio de Medicina D, y todas las cepas fueron resistentes tanto a imipenem como a meropenem. *Proteus mirabilis* se aisló en el Servicio de Medicina E, y mostró un 50% de resistencia a imipenem, pero no hubo resistencia a meropenem y ertapenem. *Pseudomonas aeruginosa* mostró variabilidad en los porcentajes de resistencia en los

diferentes Servicios, imipenem tuvo un 100% de resistencia en el Servicio de Medicina C, pero solo un 20% en el Servicio de Medicina E y meropenem también mostró cambios en la resistencia entre Servicios.

Por último, en la Gráfica 1 se destaca que *Escherichia coli* fue el microorganismo más aislado en los Servicios de Medicina Interna, relacionado principalmente con infecciones del sistema urinario (Ochoa y Brezmes, 2007), *Staphylococcus aureus* fue el segundo microorganismo más aislado, y *Klebsiella pneumoniae* también fue común. Para el tratamiento, se observa que se utilizan antibióticos como ceftriaxona, imipenem, meropenem y ertapenem en función de los diagnósticos y los microorganismos aislados (Brunton y Randa, 2015). Se destaca que *Pseudomonas aeruginosa* es un patógeno oportunitista común que causa infecciones hospitalarias, especialmente en pacientes debilitados o inmunocomprometidos, y se relaciona con diversas infecciones en el cuerpo, incluyendo el tracto respiratorio y urinario, así como infecciones sanguíneas y valvulares del corazón Javanmardi et al., 2019. Es importante destacar que algunos microorganismos, como *Burkholderia cepacia*, pueden ser resistentes a ciertos antibióticos, lo que debe tenerse en cuenta al elegir el tratamiento adecuado (Frías, 2008). Además, el uso de antibióticos puede influir en la resistencia bacteriana, por lo que es esencial un uso adecuado de estos medicamentos.

El estudio reveló patrones de resistencia antimicrobiana en diferentes microorganismos y Servicios de Medicina Interna. Esto destaca la importancia de un uso adecuado de los antibióticos y la necesidad de Programas de Optimización de Antimicrobianos (PROA) para promover un uso más racional de estos medicamentos y combatir la resistencia antimicrobiana. Además, se subraya la importancia de la participación de los farmacéuticos en equipos multidisciplinarios para garantizar prescripciones adecuadas y promover el uso responsable de los antibióticos.

## AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes del Subprograma de Farmacia Hospitalaria, Segundo ciclo, 2022.  
A las licenciadas Eleonora Gaitán y Lesly Xajil, por la guía en el tema y el apoyo en esta investigación.  
Al Programa de Optimización de Antimicrobianos del Hospital Roosevelt.  
A la Unidad de Microbiología del Hospital Roosevelt.

## REFERENCIAS

- Brunton, L. y Randa, H. (2015). "Goodman y Gilman". Manual de farmacología y Terapéutica. Mc Graw Hill.
- Castañeda, J., Gómez, K., Corrales, L., y Cortés, S. (2016). Perfil de resistencia a antibióticos en bacterias que presentan la enzima NDM-1 y sus mecanismos asociados: una revisión sistemática. *Nova*, 14(25).
- Frías, J. (2018). Burkholderia cepacia (B. cepacia). Nuevo patógeno de infecciones nosocomiales. Serie de casos clínicos. Universidad del ejército y fuerza aérea Mexicanos.
- Guerrero, Y., Martínez, H., Ortiz, Y., Ramírez, Y. y Fonseca, R. L. (2021). Resistencia bacteriana al meropenem y ceftriaxona en el Hospital Pediátrico Docente General Luis Ángel Milanés. *Multimed*, 25(6).
- Ochoa, C., y Brezmes, M. (2007). Tratamiento antibiótico recomendado en episodios de infección urinaria. *An Pediatr*, 67(5), 485-497.
- OPS (2004). Legislación sobre antibióticos en América Latina. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud,
- Ordoñez, E. J. (2017). Análisis de la resistencia antimicrobiana en un hospital privado de la Ciudad de Guatemala. Guatemala 2017. [Tesis de posgrado]. Universidad Rafael Landívar.
- Rivas, K., Rivas, M., Dávila, E., y Rodríguez, M. (2002). Cefalosporinas: De la Primera a la Cuarta Generación. *Revista de la Facultad de Medicina*, 25(2), 142-153.
- Vallejo M. E., Cuesta, D. P., Marín, A. E., Castaño, N., Acevedo, A. y Flórez, L. E. (2018). Descripción del uso de ertapenem en un hospital público de alta complejidad en Medellín, Colombia. *Archivos de Medicina (Col)*, 18(2), 394-407.
- Vera, A., Barría, C., Carrasco, S., Lima, C., Aguayo, A., Domínguez, M. y González, G. (2017). KPC: Klebsiella pneumoniae carbapenemasa, principal carbapenemasa en enterobacterias. *Revista chilena de infectología*, 34(5).

# **PLANTEAMIENTO DE UN PROGRAMA DE SEGUIMIENTO FARMACOTERAPÉUTICO DE PACIENTES PEDIÁTRICOS CON DIAGNÓSTICO DE FIBROSIS QUÍSTICA EN EL HOSPITAL MATERNO INFANTIL JUAN PABLO II**

Pharmacotherapeutic monitoring program approach for pediatric patients with diagnosed cystic fibrosis at Maternal and Child Hospital Juan Pablo II.

Gabriela María Gálvez Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Materno Infantil Juan Pablo II, Mixco, Guatemala, Programa de EPS, Escuela de Química Farmacéutica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.  
gabrielamgh96@gmail.com



## **RESUMEN**

El seguimiento farmacoterapéutico en patologías crónicas, en especial en las que requieren de un esquema farmacológico muy amplio y diverso, es un factor clave en la correcta evolución de la enfermedad, el cual disminuye los reingresos al hospital y a su vez eleva tanto la esperanza como la calidad de vida del paciente, si se practica en forma correcta y constante. En esta investigación se plantea un programa de seguimiento farmacoterapéutico de pacientes pediátricos con diagnóstico de Fibrosis Quística (FQ) en la consulta externa del HMJPII, por medio del cual se pretende ampliar el conocimiento de los padres/cuidadores acerca de esta condición, y por lo tanto mejorar el compromiso y la adherencia terapéutica de parte del paciente hacia su tratamiento. Para lograr este objetivo se pretende realizar una recopilación estadística previa de los pacientes que han sido ingresados al hospital, seguido de la planificación logística para la implementación del programa en la consulta externa, lo que incluirá el presupuesto para el tratamiento farmacológico por paciente y la gestión de solicitud de recurso humano, mobiliario y citas para atender a los pacientes. Por último, se realizará la recopilación de información bibliográfica para elaborar un manual de educación sanitaria para padres y cuidadores de pacientes pediátricos con fibrosis quística. Se realizaron con éxito las 3 fases del proyecto, dando como resultado una base de datos de pacientes con diagnóstico de FQ atendidos en el hospital, el presupuesto de compra del tratamiento por paciente, la gestión logística del programa y el manual de educación sanitaria. En conclusión, el papel del Químico Farmacéutico en el tratamiento de la Fibrosis Quística es crucial, ya que el paciente pediátrico usualmente se enfrenta desde

corta edad a la polifarmacia, cuando los conocimientos y los de sus padres/cuidadores acerca de su enfermedad son muy bajos o nulos. La presencia y acompañamiento del Químico Farmacéutico durante el tratamiento mejora la adherencia terapéutica del paciente y por lo tanto aumenta la eficacia del tratamiento, lo que aumenta a su vez su calidad de vida.

Palabras clave: farmacoterapia, fibrosis quística, pediatría, atención farmacéutica, canal CFTR.

## **ABSTRACT**

Pharmacotherapeutic follow-up in chronic pathologies, especially those that require a very broad and diverse pharmacological regimen, is a key factor in the correct evolution of the disease, which reduces readmissions to the hospital and in turn increases both hope and quality of life of the patient, if practiced correctly and constantly. This research proposes a pharmacotherapeutic monitoring program for pediatric patients with diagnosis of Cystic Fibrosis (CF) in the outpatient clinic of the HMIIJPII, through which it is intended to expand the knowledge of parents/caregivers about this condition, and therefore both improve the commitment and therapeutic adherence of the patient towards their treatment. To achieve this objective, it is intended to carry out a prior statistical compilation of the patients who have been admitted to the hospital, followed by logistical planning for the implementation of the program in the outpatient clinic, which will include the budget for the pharmacological treatment per patient and the management requesting human resources, furniture and appointments. Finally, bibliographic information will be collected to develop a health education manual for parents and caregivers of pediatric patients with cystic fibrosis. The 3 phases of the project were successfully carried out, resulting in a database of patients diagnosed with CF treated at the hospital, the treatment purchase budget per patient, the logistical management of the program and the health education manual. In conclusion, the role of the Pharmaceutical Chemist in the treatment of Cystic Fibrosis is crucial, since the pediatric patient usually faces polypharmacy from a young age, when their knowledge and that of their parents/caregivers about their disease is very low or null. The presence and accompaniment of the Pharmaceutical Chemist during treatment improves the patient's therapeutic adherence and therefore increases the effectiveness of the treatment, which in turn increases their quality of life.

Keywords: pharmacotherapy, cystic fibrosis, pediatrics, pharmaceutical care, CFTR channel.

## **INTRODUCCIÓN**

La Fibrosis Quística (FQ) es una enfermedad genética y multisistémica de herencia autosómica recesiva que se produce por una mutación en el gen que codifica para la proteína reguladora de la conductancia transmembrana de la fibrosis quística (CFTR). Esta proteína actúa como un canal de transporte de cloruro e influye a su vez en el transporte de otros electrolitos como calcio y sodio, por lo que se encarga de la secreción y absorción adecuada de éstos a través del tejido epitelial, lo que crea un gradiente osmótico que fluidifica las secreciones de la mucosa. La presencia de una mutación en el CFTR produce una secreción defectuosa de cloro y bicarbonato epitelial, lo que da como resultado un aumento en la viscosidad de la mucosa (Córdova & Pizarro, 2018), asociado con obstrucción y pérdida secundaria de la función glandular; un aumento en la susceptibilidad a la colonización endobronquial crónica por *Staphylococcus aureus*, *Haemophilus influenzae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Burkholderia cepacia* (Moreno, Sánchez, Alemán, & Vizzuett, 2013), y una concentración anormal de los iones en las secreciones de las glándulas serosas. Todo esto predispone al paciente a patologías como enfermedad pulmonar obstructiva crónica, infección respiratoria, insuficiencia pancreática exocrina y desnutrición.

La esperanza de vida para las personas que sufren de FQ varía dependiendo de la región y los recursos destinados a su tratamiento. Puede ir desde menos de 15 años en países como El Salvador o la India, hasta los 35 o 40 años en Estados Unidos o el Reino Unido, o incluso hasta cerca de los 50 años como es el caso de Canadá (Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica, 2016). A partir de este patrón es posible determinar que la incidencia de la enfermedad es alta pero los estudios realizados a nivel nacional son pocos. Por otro lado, en el Hospital Materno Infantil Juan Pablo II, a pesar de que no se tienen estadísticas registradas, se ha notado una frecuencia alta de atención a pacientes pediátricos con FQ en la Consulta Externa y a pacientes de reingreso en el encamamiento. Estos pacientes mantienen un esquema de tratamiento de soporte para la patología, el cual utilizan en sus hogares muchas veces sin un adecuado seguimiento farmacoterapéutico.

La presente investigación tiene como propósito brindar unas bases sólidas para la futura implementación de un programa de seguimiento farmacoterapéutico para pacientes pediátricos con diagnóstico de fibrosis quística en la consulta externa del hospital. Con esto se espera ampliar y mejorar el servicio de consulta externa brindado por el HMIIJPII,

ya que actualmente no se cuenta con ningún programa que brinde seguimiento farmacoterapéutico exclusivo a pacientes con fibrosis quística. El seguimiento farmacoterapéutico, en conjunto con la educación sanitaria a padres y cuidadores de pacientes pediátricos, son dos aspectos importantes para la correcta evolución de la enfermedad de pacientes con enfermedades crónicas y con esquemas de tratamiento complejos; la correcta adherencia terapéutica en conjunto con un seguimiento adecuado aumentará la calidad de vida del paciente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

- Bases de datos, revistas científicas, bibliotecas virtuales, libros y otras fuentes con respaldo científico acerca de la fibrosis quística y su tratamiento
- Historial de expedientes médicos de pacientes con fibrosis quística que han ingresado al hospital o/y que asisten a la consulta externa
- Base de datos de precios de medicamentos para el tratamiento de soporte para fibrosis quística de la Farmacia Cruz Verde Guatemala
- Aplicación para diseño gráfico Canva

### Métodos

**Fase I.** Análisis epidemiológico: Como base para implementar y fundamentar el programa, se realizará una revisión previa de literatura acerca de fibrosis quística, la cual servirá para la elaboración del manual de educación sanitaria para padres. Así mismo, se realizará la selección de la muestra por medio de una revisión y recolección de datos epidemiológicos obtenidos del archivo del hospital. Para esto se utilizará el libro de ingresos que se solicitará previamente a la jefatura de enfermería, en el cual se recolectarán los registros médicos de los

pacientes. Con estos registros médicos se hará la solicitud al archivo del hospital para acceder a los expedientes médicos de la muestra y recolectar sus datos epidemiológicos, antropométricos, su historia clínica y sus datos de contacto. Se creará una base de datos, la cual se utilizará para contactar a los pacientes y comenzar con la programación de las citas.

**Fase II.** Gestión logística: Luego del análisis inicial, se procederá a realizar la planificación logística para la gestión de aplicación del programa en la consulta externa. Este proceso requiere de la evaluación de aspectos como la gestión de la programación de citas, la gestión de solicitud de la clínica de la consulta externa, la realización del formato de documentación de la ficha de evolución del paciente, y la gestión de referencia del programa a otros servicios de especialidades, con lo cual se solicitará que, de parte de otros servicios, se refiera a los pacientes con fibrosis quística al programa.

Por otro lado, se contactará a la Farmacia Cruz Verde Guatemala para elaborar un presupuesto completo para calcular para el hospital la cantidad total en quetzales (Q) que invierte un paciente en una compra de su medicamento de soporte.

**Fase III.** Método educativo: Cómo última fase, se utilizará la información recopilada en la primera fase de este proyecto para elaborar un manual de educación sanitaria para padres y/o cuidadores de pacientes pediátricos con diagnóstico de fibrosis quística. Con este manual se pretende educar e informar a los padres y a la familia de los pacientes, acerca de aspectos generales de la enfermedad, sus síntomas, evolución de la enfermedad; se recolectará información acerca de los centros de diagnóstico y atención disponibles para fibrosis quística en Guatemala; información acerca del tratamiento farmacológico y no farmacológico, cómo utilizar dichos medicamentos y equipo médico; hábitos de vida saludables en la fibrosis quística, y por último se hablará de la importancia de la adherencia terapéutica al tratamiento y cómo ésta influye en la mejora de la calidad de vida del paciente.

## RESULTADOS

TABLA 1

Actividades realizadas en el proyecto “Implementación de programa de Seguimiento Farmacoterapéutico de pacientes pediátricos con diagnóstico de Fibrosis Quística en el HMJPII”.

<b>Tipo de actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Estado</b>
Recolección de datos	Creación de base de datos de pacientes con diagnóstico de FQ que atienden al HMJPII	Completada
Administrativa	Diseño de presupuesto para tratamiento farmacológico de FQ (medicamentos y equipo médico)	Completada
Administrativa	Planificación de gestión logística para implementación del programa en la Consulta Externa del HMJPII	Completada
Investigación/diseño	Diseño de Manual educativo para padres de familia/cuidadores de pacientes pediátricos con FQ	Completada

Fuente: Datos recopilados en el área de Farmacia del hospital Materno Infantil Juan Pablo II

Hasta el año 2022 se registraron a 7 pacientes dentro de la base de datos, donde se incluye el número de registro, nombre del paciente, edad, peso, diagnóstico (fecha y método), diagnóstico genético, variante y copias, dirección de residencia, teléfono, comorbilidades, antecedentes familiares y esquema de tratamiento farmacológico incluyendo antimicrobianos, beta 2 agonistas, esteroides, mucolíticos, broncodilatadores, medicamentos para el sistema digestivo, equipo médico y otros. El presupuesto del tratamiento farmacológico consta de una base de datos de 30 medicamentos y 4 equipos médicos con la siguiente información: marca, grupo farmacológico, farmacia, casa farmacéutica, precio, especificaciones del producto, presentación, posología, días de tratamiento, indicaciones, interacciones medicamentosas y forma de administración. Por cada paciente se incluye una ficha del historial farmacológico detallando dosis y frecuencia por cada día de su estancia hospitalaria. La fase II detalla la gestión logística para la implementación del programa: introducción, nombre del programa, centro de atención, descripción del programa, dirigido a, criterios de inclusión y exclusión, horarios de atención, proceso de implementación de pacientes nuevos al programa, proceso de seguimiento a pacientes del programa, proceso de finalización del programa, recursos a utilizar, calendarización y manejo de citas, medicamentos brindados en gratuidad como parte del programa. Finalmente, la fase III del proyecto consta de un manual educativo de 38 páginas, donde

se abordan temas de interés acerca de la FQ en un lenguaje amigable al paciente y a sus padres de familia.

Dicho manual se encuentra disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1W2F6ohrRmvAFhcRurGxyK1ccOYO8DiWA/view?usp=sharing>

## DISCUSIÓN

El seguimiento farmacoterapéutico en patologías crónicas, en especial las patologías que requieren de un esquema farmacológico muy amplio y diverso, es un factor clave en la correcta evolución de la enfermedad, el cual disminuye los reingresos al hospital y a su vez eleva tanto la esperanza como la calidad de vida del paciente, si se practica en forma correcta y constante. De la misma forma, la educación sanitaria a padres de familia es un aspecto a menudo olvidado, pero esencial, ya que, debido a la incidencia de edad del paciente y a la dificultad en el uso de algunos equipos médicos para administrar el medicamento, son los padres los responsables de la administración correcta, puntual y constante del medicamento, y, por lo tanto, son ellos quienes deben de recibir una adecuada educación sanitaria acerca de éstos y otros temas de importancia en esta patología.

La fibrosis quística, además de ser una patología crónica, también es una patología multisistémica, por lo que su régimen terapéutico es mucho más amplio que las enfermedades que se tratan en promedio en el HMIIPII. Existen varios motivos por los cuales es importante que los pacientes de este tipo de patologías lleven un adecuado seguimiento farmacoterapéutico: en primer lugar, es una enfermedad poco común, que afecta a 1 de 13,541 niños en Guatemala según Escobar, N. (2017), por lo que los padres de familia tienen muy poco o nulo conocimiento acerca de cómo manejar la condición de sus hijos. En segundo lugar, todos los pacientes con fibrosis quística están polimedicados, por lo que la probabilidad de que no se tenga una buena adherencia terapéutica es mayor en ellos que en un paciente promedio.

En la fase I de la investigación se creó una base de datos de los pacientes que han asistido a este centro hospitalario y ya poseen diagnóstico de fibrosis quística, tomando como base a los pacientes atendidos personalmente durante el segundo semestre y a los pacientes registrados en la base de datos del área de neumología en el año 2022. En total se registraron a 7 pacientes, todas de sexo femenino (lo que concuerda con lo que establece García, M., (2016) en su estudio sobre epidemiología de la fibrosis quística en Guatemala) y menores a 15 años de edad. A pesar de que es un número pequeño de pacientes, se espera que este programa logre atender tanto a pacientes que asisten a este hospital como a pacientes referidos de otros centros.

Las fases I y II del proyecto (tabla 1) se utilizarán como bases para solicitar el permiso correspondiente a las autoridades del hospital para inaugurar este programa. Por otro lado, la fase III, correspondiente al manual de educación para padres, fue diseñado con el objetivo de brindar información completa y en lenguaje entendible, especialmente para padres de familia que han recibido recientemente el diagnóstico de sus hijos. En patologías de origen respiratorio y tan poco comunes como esta, es muy común que, en los primeros años de vida, el diagnóstico sea confundido con patologías como neumonía, neumopatía crónica, infección respiratoria, etc., tanto por desconocimiento del médico, por falta de seguimiento médico o por deficiencia en los métodos de diagnóstico. Este fue el caso de una de las pacientes registradas en la base de datos, cuya hija acababa de ser ingresada al encamamiento del hospital por una exacerbación respiratoria, a la cual se le acababa de diagnosticar FQ por medio de la prueba de electrolitos en sudor, solamente un día antes de ser ingresada al centro hospitalario. Debido a esto, la madre de la paciente tenía nulo conocimiento acerca de la existencia de dicha enfermedad.

En casos como este, los padres de familia egresan del hospital con más dudas que respuestas, por lo que se hace muy necesario poner a disposición de ellos

información directa, simple, acertada y confiable, que les permita tomar las decisiones correctas acerca del tratamiento de sus hijos (anexo 16). Uno de los objetivos principales del material educativo en salud es evitar que los padres de familia busquen información poco confiable de internet, y acostumbrarlos a resolver sus dudas directamente con el profesional médico/farmacéutico. Por último, se espera educar a los padres acerca de la importancia de recibir servicios de atención farmacéutica, tanto como atención médica, y hacerles entender que solamente un equipo de salud multidisciplinario brindará la mejor calidad de vida a los pacientes.

En conclusión, el papel del Químico Farmacéutico en el tratamiento de la Fibrosis Quística es crucial, ya que el paciente pediátrico usualmente se enfrenta desde corta edad a la polifarmacia, cuando los conocimientos y los de sus padres/cuidadores acerca de su enfermedad son muy bajos o nulos. La presencia y acompañamiento del Químico Farmacéutico durante el tratamiento mejora la adherencia terapéutica del paciente y por lo tanto aumenta la eficacia del tratamiento, lo que aumenta a su vez su calidad de vida. Como parte del proyecto de investigación del EPS, se completaron exitosamente las 4 fases planteadas, por lo que se espera que sirva como base para la futura implementación del programa en la consulta externa.

La polifarmacia representa un reto tanto para los pacientes como para los profesionales de salud, por lo que el Químico Farmacéutico debe estar preparado para capacitar a sus colegas y demás miembros del equipo de salud, así como para brindar educación a los pacientes y padres de familia. Es importante recordar que, en temas de complejidad técnica, se debe tener especial cuidado y paciencia, explicando por medio de un lenguaje coloquial que sea entendible para el paciente, y haciendo uso de esquemas y recursos gráficos de ser necesario, para lograr el mayor nivel de educación posible en el paciente.

## AGRADECIMIENTO

Expreso un especial agradecimiento a licenciado Rudy A. Marroquín por brindarme la asesoría farmacológica y el acompañamiento necesario para la realización de este proyecto, así como a todos los pacientes de la Farmacia Interna del Hospital Materno Infantil Juan Pablo II que formaron parte de esta investigación y harán uso del programa.

## REFERENCIAS

- Asociación Argentina de Medicina Respiratoria (2020) 8 de septiembre: día mundial de la fibrosis quística. Recuperado de: <https://www.aamr.org.ar/lagaceta/8-de-septiembre-dia-mundial-de-la-fibrosis-quistica/>
- Asociación Cataluña de Fibrosis Quística (2021) Nueva unidad de atención farmacéutica y dispensación de medicación para personas con FQ en el Hospital Universitario Vall de Hebrón. Obtenido de : <https://fibrosiquistica.org/es/noticies/nueva-unidad-de-atencion-farmaceutica-y-dispensacion-de-medicacion-para-personas-con-fq-en-el-hospital-universitario-vall-de-hebron/>
- Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica. (8 de Septiembre de 2016). Salud Pública: Día mundial de la fibrosis quística. Obtenido de : <https://amiif.org/salud-publica-dia-mundial-de-la-fibrosis-quistica/#:~:text=Est%C3%A1%20considerada%20como%20un%20enfermedad,de%20un%20alelo%20no%20funcional>
- Barrio, M., García, G., Gartner, S. (2009) Protocolo de diagnóstico y seguimiento de los pacientes con fibrosis quística. Anales de Pediatría, 71(3): 250- 264
- Beneitez, A. (2013) Test del sudor. Anales de Pediatría Continuada. 11(5): 291-294. Boza, M. (2016) Fibrosis quística y tamizaje neonatal. Neumol Pediatr. 11(1): 10-14.
- Cases, G., Aragonés, C., Toya, A., Carreño, G., Peiró, M. (2016) Dispositivos y guía de administración vía inhalatoria. Rev. OFIL (27)1: 31-46
- CIMA (2021) Prospecto Symbicort turbuhaler 160 microgramos/4,5 microgramos/inhalacion polvo para inhalacion. Recuperado de: [https://cima.aemps.es/cima/dochtml/p/63958/P\\_63958.html#:~:text=La%20dosis%20ha%20es%201,inhalaciones%2C%20dos%20veces%20al%20d%C3%ADa](https://cima.aemps.es/cima/dochtml/p/63958/P_63958.html#:~:text=La%20dosis%20ha%20es%201,inhalaciones%2C%20dos%20veces%20al%20d%C3%ADa)
- Comités Nacionales de Neumología, Nutrición, Gastroenterología y Grupo de Trabajo de Kinesiología (sf) Guía de diagnóstico y tratamiento de pacientes con fibrosis quística. Actualización. Disponible en: <https://www.sap.org.ar/uploads/consensos/guia-actualizada-diagn-oacute-testico-y-tratamiento-de-pacientes-con-fibrosis-quistica>
- s-qui-acutestica-actualizaci-oacuten.pdf
- Consejo General de Colegios Farmacéuticos (2020) Fibrosis Quística: Avances en su Tratamiento. Punto Farmacológico, 141(1): 1-30. Disponible en: <https://web.cofrm.com/wpcontent/uploads/2020/04/PF-141-Informe-Fibrosis-Quistica.pdf>
- Córdova, F. V., & Pizarro, M. E. (2018). Progresos en Farmacoterapia en Fibrosis Quística. Revista de Neumología Pediátrica, 13(3), 118 - 121. Escobar, H., Sojo, A. (sf) Fibrosis Quística. Recuperado de: <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/10-FQ.pdf>
- Escobar, N. G. (2017). Informe Final "Determinación de la frecuencia de la enfermedad fibrosis quística, mediante la realización del tamizaje neonatal en niños recién nacidos en Guatemala". Guatemala: INVEGEM/ROZAS BOTRÁN.
- FEFQ. (2022). Federación Española Fibrosis Quística: Guías y Manuales sobre FQ. Obtenido de <https://fibrosiquistica.org/guias-y-manuales/>
- Galizia, L., Ojea, A., Kotsias, B. (2011) Regulación por proteasas del canal de sodio sensible al amiloride (ENaC). Medicina. 71(2): 179-182.
- García, M. L. (2016). Caracterización clínica y epidemiológica de los pacientes pediátricos con fibrosis quística. Estudio de serie de casos realizado en los hospitales: General San Juan de Dios y General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS. Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- IGSS (2019) Guía de Práctica Clínica Basada en la Evidencia No. 115 "Manejo de Fibrosis Quística. Guatemala: Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Recuperado de: <https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/2020/10/GPC-BE-No-115-Manejo-de-fibrosis-quistica-IGSS.pdf>
- KidsHealth (sf) Fibrosis Quística: análisis de cloruro en el sudor. Recuperado de: <https://kidshealth.org/es/parents/sweat-test.html>
- Lezana, J. L., & González, J. A. (2017). Fibrosis Quística: Abordaje integral y manejo infeccioso. El Pediatra, 1182-1188.
- Moreno Chacón, Y., Sánchez Zavala, D. R., Alemán

- Velázquez, P., & Vizzuet Martínez, R. (2013). Fibrosis quística neonatal. Revista de Especialidades Médico Quirúrgicas, 18(1), 69-74.
- Pages, N., Valverde, M., (2020) Métodos para medir la adherencia terapéutica. Ars Pharmaceutica. 59(3): 163-172. Epub 19 de octubre de 2020.<https://dx.doi.org/10.30827/ars.v59i3.7387>
- Philips (sf) ¿Qué es un espaciador o cámara de retención con válvulas? Recuperado de: <https://www.centralamerica.philips.com/c-e/hs/cuidados-respiratorios/que-es-un-espaciador.html>
- Salcedo, A., Gartner, S., Girón, R. M., & García, M. D. (2012). Tratado de Fibrosis Quística. España: Justim S. L.
- Villatoro, M. J. (2018). Compromiso pulmonar de los pacientes con diagnóstico de fibrosis quística. Tesis de Maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Wiencek, J., Lo, S. (2018) Advances in the Diagnosis and Management of Cystic Fibrosis in the Genomic Era. Clinical chemistry, 64(6): 898-908.

# DIAGNÓSTICO DE LA COLECCIÓN CRUSTÁcea DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, UNIVERSIDAD DE SÁN CARLOS DE GUATEMALA

Diagnosis of the Crustacea Collection of  
Museo de Historia Natural, Universidad  
de San Carlos de Guatemala

Daniela Giselle Jacinto Aldana<sup>1,3</sup>

Lucía Margarita Prado<sup>2</sup>

Billy Alquijay<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de EDC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala

<sup>2</sup> Museo de Historia Natural, Universidad de San Carlos de Guatemala

<sup>3</sup> Correspondencia: 15 calle A, 12-58 zona 1, ciudad de Guatemala, Guatemala. Tel: 54825813.

Correo: djgizy3@outlook.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6513-6182>

## RESUMEN

Las colecciones biológicas son la evidencia de que existe gran diversidad de especies en la naturaleza. La Colección Crustácea del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala alberga el mayor número de especímenes de crustáceos en una colección en Guatemala. El objetivo principal de este estudio fue diagnosticar la colección Crustácea utilizando el Índice de Salud de Colecciones, determinar su representatividad taxonómica y geográfica en Guatemala, de igual manera, ingresar la información asociada de cada espécimen al Portal de Biodiversidad de Guatemala. Durante el periodo de febrero del año 2022 a agosto del mismo año, se analizó la colección según el Índice de Salud de Colecciones y se estableció que se encuentra en el nivel 7, eso significa que la colección se encuentra en un nivel óptimo, pero es estática al no estar en crecimiento continuo. Se realizó un conteo general de la colección y se determinó que alberga 561 lotes de los cuales se tienen 3 Clases, 10 Órdenes, 53 Familias, 87 Géneros y 95 especies, con un total de 2,757 individuos. También se determinó que un 80.75% de la colección se colectó en el Océano Atlántico, por lo que es esencial que se realicen más investigaciones para conocer la diversidad de especies de crustáceos del Pacífico y dulceacuícolas de Guatemala. Y que los especímenes que se tienen en la colección sean utilizados por expertos en el grupo Crustácea para publicaciones científicas.

Palabras clave: Índice de Salud de Colecciones; crustáceos; base de datos; museo de historia natural; biodiversidad.

## ABSTRACT

Biological collections are the evidence that a great diversity of species exist in nature. The crustacean collection at Museo de Historia Natural, Universidad de San Carlos de Guatemala holds the biggest number of crustacean specimens in any collection in Guatemala. The main goal of this study was to diagnose the Crustacean collection using the Collection Health Index, to establish its taxonomic representativeness and geographic in Guatemala, in the

same way to enter associated information to each specimen in the Portal de Biodiversidad de Guatemala. During the period of February 2022 to August of the same year, the collection was analyzed according to the Collection Health Index and it was established to be in level 7, which means that the collection is at an optimum level but is static by not being in continuous growth. After doing a general count of the collection it was determined that it has 561 batches out of which it has 3 classes, 10 orders, 53 families, 87 genera and 95 species, with a total of individuals of 2757. Also, it was determined that, 80.75% of the collection was collected in the Atlantic Ocean, therefore is essential that more research is done to know the diversity of crustacean species in the Pacific and from freshwater in Guatemala. As well as the specimens from the collection to be used by experts of Crustacea for scientific publishing.

Keywords: Collection Health Index; crustaceans; databases; natural history museum; biodiversity.

## INTRODUCCIÓN

Las colecciones biológicas consisten en un conjunto de especímenes extraídos de la naturaleza y tratados con diferentes técnicas que garantizan su preservación; cada pieza lleva asociada una serie de datos que la ubican en el tiempo y espacio natural, con el propósito de elaborar estudios científicos que contribuyan a la divulgación de las Ciencias

Naturales y garanticen el conocimiento futuro del patrimonio biológico (Fraile, 2013). Las colecciones biológicas de Guatemala son un referente de la biodiversidad del país, por lo que es importante documentarla, promover su conservación y desarrollar investigación científica que almacene información valiosa de las mismas (Escuela de Biología, 2020; Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas (IIQB), 2015).

La colección Crustácea pertenece al Sistema de Colecciones Biológicas de la Escuela de Biología, de la Universidad de San Carlos de Guatemala y se encuentra almacenada en el Museo de Historia Natural. Ésta, alberga especímenes preservados en etanol al 70% y ha recibido material de colectas desde el año 1987 hasta el año 2022.

La última vez que se hizo un conteo general y actualización taxonómica de la colección fue por Ambrocio, (2007) y la última vez que se le dio mantenimiento general fue en el año 2019. Por lo que era necesario realizar una nueva revisión de los especímenes de la colección Crustácea.

Se utilizó el método cualitativo propuesto por McGinley, (1993), el Índice de Salud de Colecciones el cual es un método directo para la evaluación de una colección zoológica. Este consiste en 10 niveles en los cuales se puede clasificar a cada uno de los especímenes de una colección y así lograr un mejor manejo, promoviendo la preservación, accesibilidad y utilidad de los datos asociados (Camacho & Burneo, 2009; Castaño, N., & Ramírez-Cháves, H. 2018).

El objetivo principal de este estudio fue diagnosticar la colección Crustácea utilizando el Índice de Salud de Colecciones de McGinley, además se determinó su representatividad taxonómica y geográfica en Guatemala, y se ingresó toda la información asociada a cada espécimen al Portal de Biodiversidad de Guatemala y Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisaron los especímenes de la colección Crustácea ubicada en el archivero número 4 del salón de Colecciones de Invertebrados Acuáticos en el Museo de Historia Natural, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La colección está almacenada en lotes, se revisó la etiqueta de cada lote y se digitó la información de la etiqueta en una hoja de datos de Excel y en el Portal de Biodiversidad de Guatemala, verificando la taxonomía de cada espécimen en el sitio web World Register of Marine Species (WoRMS), Flanders Marine Institute (2022), además se hizo un conteo de los especímenes de cada lote y se evaluó su estado curatorial según el Índice de Salud de Colecciones (ISC).

De acuerdo al método descriptivo del ISC se lograron determinar niveles del 1 al 10, los cuales se verifican en la tabla 1.

Tabla 1.  
Características asignadas para evaluación del Índice de Salud de Colecciones.

<b>Nivel ISC</b>	<b>Características</b>
<b>Nivel 1</b>	Especímenes deteriorados por problemas de conservación.
<b>Nivel 2</b>	Especímenes de reciente ingreso por medio de investigaciones, donaciones o intercambios.
<b>Nivel 3</b>	Especímenes almacenados correctamente con etiqueta, pero sin identificación taxonómica hasta el nivel Familia.
<b>Nivel 4</b>	Especímenes que deben trasladarse a docencia por falta de información suficiente.
<b>Nivel 5</b>	Especímenes que requieren actualización taxonómica.
<b>Nivel 6</b>	Especímenes que cumplen con los estándares establecidos por el Manual de uso y manejo de colecciones biológicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala de Pérez, (2020).
<b>Nivel 7</b>	Especímenes que se tiene registro en un listado de taxones o base de datos hasta el nivel Familia.
<b>Nivel 8</b>	Especímenes de los cuales se tiene copia de libretas de campo.
<b>Nivel 9</b>	Especímenes de los cuales se tiene datos morfométricos y fotografías o dibujos.
<b>Nivel 10</b>	Especímenes que fueron publicados en tesis o artículos científicos.

Fuente: modificado de McGinley, (1993); Castaño & Ramírez-Cháves, (2018); Simmons & Muñoz-Saba, (2005).

Mientras se evaluaba su ISC, se realizó el mantenimiento que consistió en limpieza del archivero, rellenado de alcohol de los frascos y cambio de etiquetas de todos los lotes, durante los

meses de febrero a agosto de 2022 (figura 1). Y se designó un nivel a cada lote antes del mantenimiento y al finalizarlo, con lo que se realizó una comparación del perfil de salud de la colección.

Figura 1.  
Fotografías de la colección en febrero de 2022 (izquierda) y en agosto de 2022 (derecha).



Se analizó cada lote de manera individual para determinar su nivel de salud, cabe mencionar que en los casos que un lote cumpliese las características de varios niveles, a éste se le asignó un nivel menor de los que pertenezca (Rubiano, 2020; Camacho & Burneo, 2009).

También se calculó el porcentaje de los niveles por medio de gráficas de barras, para compararlos entre ellos. Utilizando la ecuación planteada por McGinley, (1993) se calculó el ISC de la colección por medio de la herramienta hoja de cálculo de Excel para el antes y después del mantenimiento realizado durante los meses de febrero a agosto de 2022. Rubiano, (2020) recomienda que la mayor cantidad de especímenes deberían encontrarse sobre el nivel 6 y que el crecimiento de la colección debe ser constante según el nivel 3. Según McGinley, (1993) el valor ideal de ISC debe ser mayor a 79%.

$$ISC = \left[ \frac{\sum N_3 + \sum_{6}^{10} N}{TU} \right] * 10$$

Dónde:

N = número de unidades de almacenamiento por nivel de curaduría,

TU = total de unidades de almacenamiento.

Una vez asignados los niveles del ISC se procedió a desarrollar las prioridades del manejo de la colección según McGinley, (1993), éstas tienen el fin de evidenciar el nivel de prioridad a futuro para el curador de la colección (tabla 2). Simmons & Muñoz-Saba, (2005) recomiendan que el perfil ideal de prioridades debe mostrar 30% en el nivel 2 y 70% en el nivel 4.

Tabla 2.  
Prioridades de manejo de la colección.

<b>Nivel de prioridad</b>	<b>Característica</b>	<b>Significado</b>
Prioridad 1	Conservación (nivel 1)	Conservación del material y su información asociada.
Prioridad 2	Organización física (sumatoria de niveles 2 al 4)	Ejemplares identificados, etiquetados y organizados taxonómicamente.
Prioridad 3	Accesibilidad (sumatoria de niveles 5 al 6)	Material accesible a los investigadores.
Prioridad 4	Inventario de especies (sumatoria de niveles 7 al 9)	Catalogación de la colección.

Fuente: modificada de Rubiano, (2020).

Por último, se hizo un conteo de la representación taxonómica y geográfica, por lote e individual, de cada registro de la colección.

## RESULTADOS

Durante el mes de febrero de 2022 se realizó el conteo total de los lotes de la colección Crustácea del MUSHNAT se contabilizaron 579 lotes en total y se les dio mantenimiento a todos los lotes durante los siguientes 6 meses para luego reevaluar la colección en agosto de 2022, contabilizando 578 lotes, consiguiendo con esto clasificar la colección en 10 niveles predefinidos del Índice de Salud de Colecciones (tabla 1) para poder comparar las mejoras realizadas y determinar las prioridades actuales de la colección.

La figura 2 representa el ISC de la colección en febrero de 2022 y demuestra que el 42.94% de la colección se encontraba debajo del nivel 5 y el 57.06% está en los niveles superiores, mientras que para la figura 3, que muestra el ISC de la colección en agosto de 2022, después del mantenimiento realizado, tiene un 22.15% debajo del nivel 5 y 77.85% sobre el nivel 6.

Figura 2. Perfil de la colección Crustácea del MUSHNAT en febrero 2022.

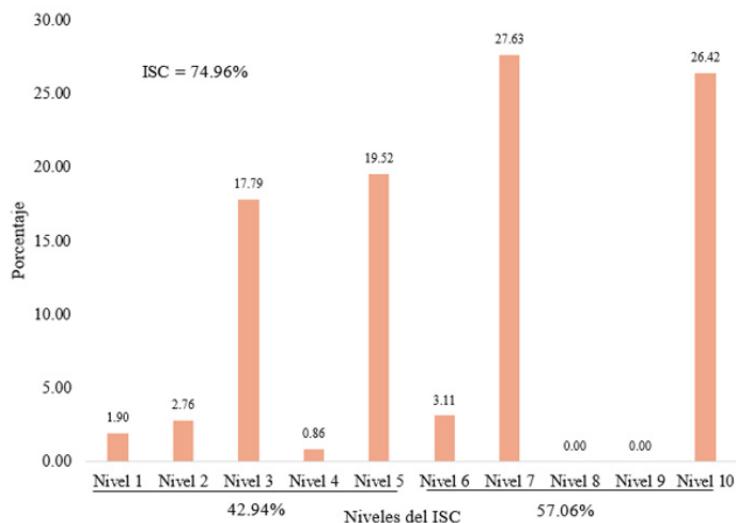
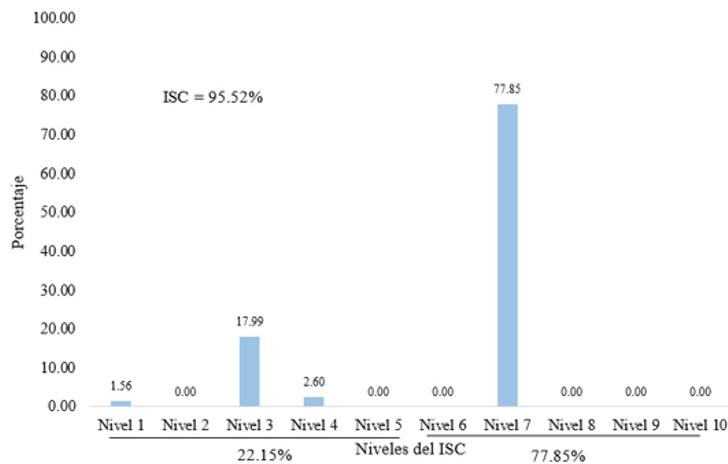
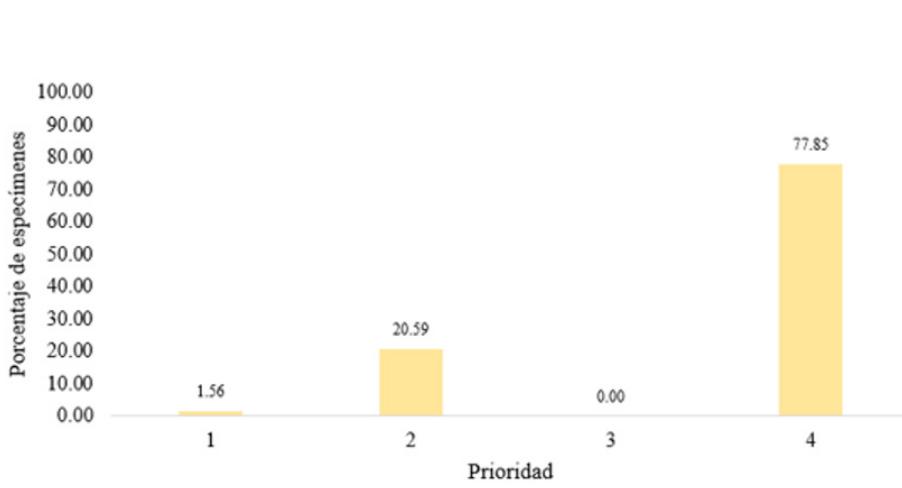


Figura 3. Perfil de la colección Crustácea del MUSHNAT en agosto 2022.



La figura 4 demuestra que, la prioridad actual de la colección Crustácea es que los especímenes que se encuentran en ella sean utilizados para investigación científica y que generen información que sea publicada, gracias a que ahora se cuenta con toda la información de la colección disponible y de libre acceso en el Portal de Biodiversidad de Guatemala (<https://biodiversidad.gt>) y en GBIF (<https://tinyurl.com/portalgbif>) puede ser utilizada por especialistas en crustáceos de todo el mundo.

Figura 4. Perfil de prioridades de la colección Crustácea del MUSHNAT para el año 2023.



Al migrar los especímenes sin suficiente información científica a la colección de docencia de la Escuela de Biología, por lo tanto, quedaron 561 lotes que pertenecen actualmente a la colección Crustácea. De estos 561 la colección alberga 3 Clases, 10 Órdenes, 53 Familias, 87 Géneros y 95 especies, con un total de individuos de 2,757 (ver apéndice para listado completo).

Además, se realizó un conteo por representatividad

geográfica de la colección obteniendo 453 lotes del océano Atlántico que fueron colectados únicamente en Izabal, mientras que para el océano Pacífico hay 92 lotes registrados que fueron colectados en los departamentos de San Marcos, Retalhuleu, Escuintla y Santa Rosa. Se han realizado muy pocas colectas de crustáceos terrestres o dulceacuícolas, solo existen 16 registros colectados en los departamentos de Alta Verapaz, Chiquimula, Guatemala, Sololá y Zacapa.

## DISCUSIÓN

Al tener la oportunidad de revisar y dar mantenimiento a la colección fue posible obtener datos comparativos del estado de la colección según el ISC. La evaluación de este índice tomó en cuenta factores generales como el nivel de curación, identificación, almacenamiento y el uso científico y/o educativo de especímenes, todos estos factores se aprecian en los niveles predefinidos del ISC y están representados en las figuras 2 y 3.

Según Simmons & Muñoz-Saba, (2005) los niveles 1 al 5 se refieren a cualidades curatoriales y del 6 al 10 sobre el uso científico que se le da a la colección por lo que la figura 3 demuestra así, que el mantenimiento realizado fue significativo. McGinley, (1993) determinó que el perfil ideal de una colección

debe tener el 70% de la colección sobre el nivel 7 lo cual significaría que está siendo utilizada con fines científicos, mientras que es necesario tener al menos un 30% repartido en los niveles 2 y 3 esto significa que es una colección dinámica porque sigue en crecimiento.

### Nivel 1:

Especímenes deteriorados por problemas de conservación. Los problemas de conservación observados fueron; moho sobre los especímenes y/o sus etiquetas y pérdida de extremidades; el relleno de alcohol no se tomó en cuenta debido a que por la falta de mantenimiento que sufrió la colección durante los años 2020 y 2021 por la reducción de

horas de trabajo del personal de la colección a raíz de la pandemia de COVID-19 fue necesario llenar todos los lotes. Dos lotes tuvieron que ser desecharados porque se perdió completamente el material colectado al deteriorarse, por eso se presentó una reducción en el nivel 1 en agosto de 2022.

#### **Nivel 2:**

Especímenes que se están ingresando a partir de investigaciones, donaciones e intercambios. Los valores obtenidos en ambas evaluaciones son menores al 10%, que es valor ideal propuesto por McGinley, (1993), y que este valor sea menor, significa que la colección Crustácea es estática y no se encuentra en crecimiento (Simmons & Muñoz-Saba, 2005).

#### **Nivel 3:**

Especímenes almacenados correctamente con etiqueta, pero sin identificación taxonómica hasta el nivel Familia. En este nivel se tomaron en cuenta todos los especímenes que han sido identificados a Orden o subClase, actualmente en la colección existen 94 especímenes únicamente identificados como Decapoda, 3 de Cirripedia, 3 de Amphipoda, 1 de Isopoda y 1 de Eumalacostraca, eso significa que hay 17.99% de especímenes de la colección que necesitan ser revisados por un especialista.

#### **Nivel 4:**

Especímenes que deben trasladarse a docencia por falta de información suficiente. El aumento en este nivel representa a 10 especímenes que se encontraron en la colección sin etiquetas o con etiquetas de campo mal elaboradas, por lo cual se decidió que sean trasladados a la colección de Docencia de la Escuela de Biología.

#### **Nivel 5:**

Especímenes que requieren actualización taxonómica. La mayoría de los especímenes fueron colectados durante la Evaluación Ecológica Rápida en Punta de Manabique, Izabal por Prado, et al. (2000), por lo que al haber sido clasificados hace más de 20 años se encontró un 19.52% de la colección total desactualizada considerando que esto es muy común porque la taxonomía es una disciplina cambiante (McGinley, 1993).

#### **Nivel 6:**

Especímenes que cumplen con los estándares establecidos por el Manual de uso y manejo de colecciones biológicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala de Pérez & Roldán (2020). Los especímenes que se encontraron en este nivel en febrero 2022 fueron los que cumplieron con 3 requisitos mínimos del Manual antes mencionado los cuales son (a) etiquetado, (b) número de catálogo y (c) almacenados en orden sistemático.

#### **Nivel 7:**

Especímenes que se tiene registro en un listado de taxones o base de datos hasta el nivel Familia. Para ambas evaluaciones este fue el nivel con el porcentaje más alto (27.63% y 77.85% respectivamente), representa la organización óptima e inventariada hasta nivel de Familia y que la información se encuentre en un fácil acceso para investigadores que la requieran. Anteriormente solo se contaba con el informe presentado por Prado, et al. (2000) disponible físicamente en el MUSHNAT, ahora se cuenta con toda la información de la colección disponible y de libre acceso en el Portal de Biodiversidad de Guatemala y en GBIF. Los beneficios de acceder a una gran cantidad de información de manera rápida y eficiente son más importantes que los riesgos de perder esta información, la inversión que merece en tiempo, personal calificado, trabajo curatorial constante y recursos económicos son esenciales para mantener una colección a este nivel (Rivera-León, et al., 2018).

#### **Nivel 8:**

Especímenes de los cuales se tiene copia de libretas de campo. El MUSHNAT cuenta con una libreta de campo de los especímenes de la colección Crustácea, en ambas evaluaciones realizada se obtuvo 0% porque, según recomiendan Rubiano, (2020) y Camacho & Burneo, (2009), en los casos que un lote cumpliese las características de varios niveles, a éste se le asignó un nivel menor de los que pertenezca, por lo que los especímenes que cumplieron con este nivel fueron asignados a nivel 7, en su mayoría.

#### **Nivel 9:**

Especímenes de los cuales se tiene datos morfométricos y fotografías o dibujos. El MUSHNAT no cuenta con mediciones o fotografías realizadas en campo de ninguno de los especímenes de la colección Crustácea.

#### **Nivel 10:**

Especímenes que fueron publicados en tesis o artículos científicos. Este nivel se refiere a los especímenes que hayan sido utilizados específicamente en una investigación publicada, la única publicación conocida que se tiene hasta la fecha es una tesis presentada por Barillas, (2012) lo cual significó un 26.42%, sin embargo, al haber sido publicada hace 10 años los especímenes se reclasificaron actualmente como nivel 7 (Figura 3). Según McGinley, (1993) recomienda que los especímenes que sean utilizados para investigación científica en el futuro deben ser, como mínimo, de nivel 7.

## **Prioridades actuales de la colección del MUSHNAT.**

En general, una colección existe con el fin de realizar investigación científica, para educación y como exhibición (Simmons & Muñoz-Saba, 2005).

**Prioridad 1:** Conservación. Lo más importante es la protección del material y su información asociada. En la figura 4, se observa que este nivel de prioridad tiene 1.56%, esto debido a que aún existen algunos problemas de deterioro que no fueron resueltos durante el mantenimiento. Aunque se destaca, que las circunstancias de la mala conservación de la colección dependen no solo del trabajo del curador, sino también de los métodos de colecta, fijación y transporte del material colectado (Simmons & Muñoz-Saba, 2005; Rubiano, 2020; Kovacic, 2009).

**Prioridad 2:** Organización física. Considera a los ejemplares identificados, etiquetados y organizados taxonómicamente (sumatoria de los niveles 2 al 4). La figura 4 contiene un 20.59% en este nivel de prioridad, pero al no haber ningún especialista de crustáceos en Guatemala, según la figura 3, un 17.99% requieren revisión taxonómica de un especialista.

**Prioridad 3:** Accesibilidad. Es todo el material accesible a los investigadores (sumatoria de los niveles 5 y 6). Esta prioridad está resuelta, porque la colección se encuentra actualizada y organizada taxonómicamente para facilitar el trabajo de especialistas, según lo recomienda McGinley, (1993), por lo tanto, este nivel representa 0%.

**Prioridad 4:** Inventario de especies. Catalogación de la colección (sumatoria de los niveles 7 al 9). Actualmente, se presenta 77.85% en este nivel, porque todos los lotes ya fueron digitados en acceso libre para cualquier investigador que requiera la información. Por lo que la prioridad, no es que se inventarié la colección, sino que se asegure que la información que contiene la colección sea utilizada para investigaciones científicas y sea publicada en artículos científicos y/o tesis, porque como se mencionó antes, los especímenes, que sean utilizados para investigación científica, en el futuro, deben ser como mínimo, de nivel 7 (McGinley, 1993; Simmons & Muñoz-Saba, 2005; Kovacic, 2009).

## **Representatividad taxonómica y geográfica**

Wicksten, (2020) reportó 120 especies de crustáceos decápodos en el Este del Océano Pacífico, desde el Golfo de California hasta Valparaíso, sin embargo, solamente un 16.40% de los especímenes de la colección del MUSHNAT se colectaron en el

océano Pacífico entre los cuales se tiene registro de las familias Tetraclitidae, Lepadidae, Gammaridae, Squillidae, Gecarcinidae, Diogenidae, Scyllaridae, Grapsidae, Ocypodidae, Sesarmidae y Palaemonidae.

Hendrickx & López, (2020) reportan la presencia de *Squilla biformis* (Fam. Squillidae) como el único estomatópodo (orden Stomatopoda) en el pacífico de Centroamérica, se puede asumir que el único espécimen de esta familia (identificado hasta este nivel) que se registró para el Pacífico es *Squilla biformis*.

No existe suficiente información genética para asegurar que las especies de camarones del Atlántico son distintas del Pacífico porque durante el cierre del istmo de Panamá muchas poblaciones pudieron haberse separado y convertido en especies hermanas (Wicksten, 2020; O'Dea, et al., 2016). Pero sí se conocen algunas especies de cangrejos Portunidae como *Callinectes arcuatus* del Pacífico con *C. danae* del Atlántico y *Arenaeus mexicanus* del Pacífico con *A. cribarius* del Atlántico (Garth & Stephenson, 1966), en la colección se tiene registro únicamente de las especies mencionadas del Atlántico.

En la colección del MUSHNAT se tienen 46 familias de crustáceos registradas para el Atlántico, lo cual representa el 80.75% de esta colección. Según Azofeifa-Solano & Cortés, (2020) a pesar de que se han realizado varias expediciones (Cortés, 2009; Vargas & Wehrtmann, 2009; Cambronero-Solano, S; et al, 2019) en el mar caribeño, en ninguno se reportan grupos específicos de crustáceos.

Actualmente se ha registrado 86 especies de crustáceos de agua dulce en Centroamérica y el Caribe, que se componen de dos familias de cangrejos Pseudothelphusidae y Trichodactylidae; tres familias de camarones Atyidae, Palaemonidae and Xiphocarididae; y una familia de cangrejo de río Cambaridae (Wehrtmann, et al., 2016). En la colección se tienen 16 registros de crustáceos dulceacuícolas, de 5 departamentos de Guatemala, siendo el único identificado a especie *Potamocarcinus magnus* (Fam. Pseudothelphusidae) colectado en el lago de Atitlán, Sololá. La familia Palaemonidae se ha adaptado para vivir en el mar y en el agua dulce (Román—Contreras & Martínez—Mayén, 2010), se tienen 15 registros en la colección, pero ninguno es de agua dulce.

Es necesario que se realicen más colectas fundamentadas para conocer las especies del Pacífico y las dulceacuícolas, pero también que los especímenes que ya se tienen en la colección sean utilizados para publicaciones científicas. Las colecciones tienen el poder de conectar a las personas con la naturaleza, aumentando la curiosidad y proveyendo una fuente de inspiración por el mundo natural (Mujtaba, et al., 2018; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2020; Soul, L; et al, 2018) y deben ser aprovechadas educativa y científicamente.

## AGRADECIMIENTOS

Al MUSHNAT, especialmente a Lucía Prado, Ana Luisa Ambrocio y Esvin Mendoza. A Samanta Orellana, a Pedro Pardo y a Carlos Avendaño.

## REFERENCIAS

- Ambrocio, A. (2007). Informe final de EDC, Docencia y Servicio, Museo de Historia Natural e Investigación Centro de Educación Popular "El Tule". <https://edc.ccqqfar.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2012/07/Ana-Luisa-Ambrocio-MUSHNAT-EL-TULE.pdf>
- Azofeifa-Solano, J.C., Cortés, J. (2020). Diversity and Biology of Deep-Water Crustáceans in Costa Rica. En: M.E. Hendrickx, (Eds.) Deep-Sea Pycnogonids and Crustáceans of the Americas. (pp. 633-658). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58410-8\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58410-8_24)
- Barillas, M. (2012). Diversidad de zooplancton de dos agregadores artificiales de peces, en la Bahía de Amatique, Izabal (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Camacho, M. A., & Burneo, S. F. (2009). Assessment of the mammal collection at the Museo de Zoología of the Pontificia Universidad Católica del Ecuador-QCAZ. *Museology*, 12, 1-11. <https://bioweb.puce.edu.ec/QCAZ/contenido/AlejandraCamacho>
- Cambronero-Solano, Benavides, S. Solís-Marín, Fa, & Alvarado, J.J. (2019). Nuevos reportes de equinodermos en el talud continental caribeño de Centroamérica. *Zoosimposios*, 15, 5-12. <https://www.mapress.com/zs/article/view/zosymposia.15.1.3>
- Castaño, N., & Ramírez-Cháves, H. (2018). Sistematización y estimación del índice de salud de la colección de mamíferos (Mammalia) del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos*, 22 (2), 90-103. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v22n2/0123-3068-bccm-22-02-00090.pdf>
- Cortés, J. (2009). Una Historia de la Investigación Científica de la Biodiversidad Marina en Costa Rica. En: I. S. Wehrtmann, & J. Cortés (Eds.) *Biodiversidad Marina de Costa Rica, Centroamérica. Monographiae Biologicae* (47-80). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8278-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8278-8_2)
- Escuela de Biología. (2020). Sistema de Colecciones Biológicas. <https://cbm.ccqqfar.usac.edu.gt/>
- Fraile, I. R. (2013). Museos, colecciones científicas y ADN. *Memorias de La Real Sociedad Española de Historia Natural*, (11), 53-68. [https://www.bfa.fcnym.unlp.edu.ar/catalogo/docnum.php?explnum\\_id=1862](https://www.bfa.fcnym.unlp.edu.ar/catalogo/docnum.php?explnum_id=1862)
- Garth, J., & Stephenson, W. (1966). Brachyura of the Pacific Coast of America Brachyryncha: Portunidae. En A. Hancock, *Monographs in Marine Biology No. 1. California: University of the Southern California*. <https://decapoda.nhm.org/pdfs/27100/27100.pdf>
- Hendrickx, M. E., & López, J. (2020). Crustáceos estomatópodos y decápodos de aguas profundas recolectados frente a América Central por el R/V "Miguel Oliver". En: M. E. Hendrickx, (Eds.) *Deep-Sea Pycnogonids and Crustáceans of the Americas*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58410-8\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58410-8_23)
- Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas (IIQB). (2015). Academia, Sociedad a Investigación: Aportes de la Escuela de Biología y CECON. <https://iiqb.ccqqfar.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2020/03/2015-REVISTA-ESCUELA-BIOLOG%C3%8DIA-IIQB.pdf>
- Kovacic, M. (2009). Is the scientific value of a biological collection measurable? *Natura Croatica*, 18(1), 169-174. <https://hrcak.srce.hr/clanak/60483>
- McGinley, R. J. 1993. Where's the Management in Collections Management? Planning for Improved Care, Greater Use and Growth of Collections. En *International Symposium and First World Congress on the preservation and conservation of Natural History Collections* 3, 309–333. <https://repository.si.edu/handle/10088/9736>
- Mujtaba, T., Lawrence, M., Oliver, M., & Reiss, M. J. (2018). Learning and engagement through natural history museums. *Studies in science education*, 54(1), 41-67. <https://doi.org/10.1080/03057267.2018.1442820>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2020). *Biological collections: Ensuring critical research and education for the 21st century*. National Academies Press.

- <https://nap.nationalacademies.org/read/25592/chapter/1>
- O'Dea, A., Lessios, H. A., Coates, A. G., Eytan, R. I., Restrepo-Moreno, S. A., Cione, A. L., - Collins, L., de Queiroz, A., Farris, D., Norris, R., Stallard, R., Woodburne, M., Aguilera, O., Aubry, M.-P., - Berggren, W., - Budd, A. F., Cozzuol, M. A., Coppard, S., Duque-Caro, H., Finnegan, S., Gasparini, G. M., Grossman, E. L. &... Jackson, J. (2016). Formation of the Isthmus of Panama. *Science Advances*, 2(8). <https://www.science.org/doi/full/10.1126/sciadv.1600883>
- Pérez, S. & Roldán, R. (2020). Manual de uso y manejo de colecciones biológicas. <https://cbm.ccqqfar.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2020/10/Manual-de-uso-y-manejo-de-colecciones-zool%C3%B3gicas-2020.pdf>
- Prado, L., Cazali, G., & Aguirre, M. (2000). Evaluación Ecológica Rápida (EER) - Refugio de Vida Silvestre, Punta de Manabique, Guatemala - Moluscos y Crustáceos. [Manuscrito no publicado]. Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rivera-León, V. E., Hortelano-Moncada, Y., & Cervantes, F. A. (2018). Health level of a mammal collection. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89(2), 402 - 411. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.2.2339>
- Román-Contreras, R., & Martínez-Mayén, M. (2010). Palaemonidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the shallow waters from Quintana Roo, Mexican Caribbean coast. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(1), 43-51. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_artext&pid=S1870-34532010000100007&lng=es&tlang=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_artext&pid=S1870-34532010000100007&lng=es&tlang=en).
- Rubiano, I. (2020). Diagnóstico del estado actual de conservación de la colección de ornitología perteneciente al Museo de La Salle - Bogotá [Tesis de pregrado]. Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología. Universidad de La Salle.
- Simmons, J. E., & Muñoz-Saba, Y. (Eds.). (2005). Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas (pp. 288-288). Universidad Nacional de Colombia. <https://docplayer.es/11751994-Cuidado-manejo-y-conservacion-de-las-colecciones-biologicas.html>
- Soul, L. C., Barclay, R. S., Bolton, A., & Wing, S. L. (2019). Fossil Atmospheres: a case study of citizen science in question-driven palaeontological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374(1763), 20170388. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0388>
- Vargas, R., Wehrtmann, I. (2009) Decapod Crustácean. En Wehrtmann, I., Cortés, J. (eds.) *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer International Publishing. [https://www.researchgate.net/publication/225204221\\_Decapod\\_Crustaceans](https://www.researchgate.net/publication/225204221_Decapod_Crustaceans)
- Wehrtmann, I., Ramírez, A., & Pérez-Reyes, O. (2016). Freshwater Decapod Diversity and Conservation in Central America and the Caribbean. En T. Kawai, & N. Cumberlidge (Eds.). *A Global Overview of the Conservation of Freshwater Decapod Crustaceans* (pp. 267-301). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-42527-6\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-42527-6_9)
- Wicksten, M.K. (2020). Lower Slope and Abyssal Benthic Decapods of the Eastern Pacific. En: Hendrickx, M.E. (Eds.) *Deep-Sea Pycnogonids and Crustaceans of the Americas*. (pp.395-420). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-58410-8\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58410-8_17)
- Flanders Marine Institute (2022). World register of marine species. <https://www.marinespecies.org/>

## APÉNDICE

Tabla 1.

Representación taxonómica de los crustáceos de la colección Crustácea del MUSHNAT.

Clase	Orden	Familia	Géneros	Especies	No. Lotes	No. Individuos
<b>Thecostraca</b>	-	-	-	-	3	11
	Balanomorpha	Tetraclitidae	1	1	1	24
	Scalpellomorpha	Lepadidae	1	1	1	52
<b>Hexanauplia</b>	Calanoida	Pontellidae	2	3	20	819
<b>Malacostraca</b>	Isopoda	Cirolanidae	3	3	21	164
		Gnathiidae	1	1	7	46
		Idoteidae	2	-	9	34
	Amphipoda	Hyperiidae	1	1	9	43
		Gammaridae	-	-	1	1
		Synopiidae	1	1	1	1
	Cumacea	Archeocumatidae	-	-	1	1
		Bodotriidae	-	-	1	2
		Ceratocumatidae	-	-	10	129
		Nannastacidae	-	-	10	95
		Nereididae	1	-	1	1
	Euphausiacea	Euphausiidae	2	2	4	6
	Mysida	Mysidae	6	7	17	45
	Tanaidacea	Leptocheliidae	1	1	5	9
		Tanaididae	1	1	1	4
	Decapoda	-	-	-	95	290
		Aethridae	1	1	3	3
		Albuneidae	1	1	1	2
		Alpheidae	2	4	14	26
		Calappidae	1	1	1	2
		Diogenidae	3	5	51	252
		Dromiidae	-	-	2	5
		Epialtidae	2	2	5	6
		Gecarcinidae	1	2	8	14
		Grapsidae	2	4	10	20
		Hippoidea	1	1	1	16
		Hippolytidae	1	1	2	6
		Inachidae	1	1	2	2

Inachoididae	2	2	8	23
Leptocheliidae	1	1	5	9
Leucosiidae	2	-	12	20
Luciferidae	1	-	4	7
Majidae	-	-	13	48
Menippidae	1	1	2	2
Mithracidae	4	5	11	14
Ocypodidae	4	4	12	19
Palaemonidae	2	2	15	57
Panopeidae	4	10	35	97
Parthenopidae	2	2	7	11
Penaeidae	4	3	30	83
Polybiidae	1	1	3	3
Porcellanidae	4	2	16	58
Portunidae	4	7	20	28
Processidae	1	-	1	1
Pseudorhombilidae	5	4	20	44
Pseudothelphusidae	1	1	1	1
Scyllaridae	-	-	2	4
Sesarmidae	3	4	7	39
Sicyoniidae	1	-	5	7
Squillidae	-	-	9	44
Xanthidae	1	1	5	7
<b>Total</b>	<b>87</b>	<b>95</b>	<b>561</b>	<b>2757</b>

---

## DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DEL ENSAMBLE DE MURCIÉLAGOS EN LOS DEPARTAMENTOS DE SACATEPÉQUEZ Y GUATEMALA

Altitudinal distribution of the bat assemblage in the departments of Sacatepéquez and Guatemala

Diana Sofía Salguero García<sup>1,3</sup>

José Luis Echeverría Tello<sup>2</sup>

Billy Teóvaldo Alquijay Cruz<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-, Guatemala. Contacto: echeverriatello@gmail.com

<sup>3</sup> Contacto: dianasofisg@gmail.com

<sup>4</sup> Contacto: billyalquijay@yahoo.es

---

### RESUMEN

Los murciélagos son los únicos mamíferos placentarios con modificaciones anatómicas para el vuelo, lo cual les permite distribuirse en casi todos los biomas terrestres a excepción de la Antártida, siendo así, el segundo orden de mamíferos existente más rico en especies y con una alta tasa de diversidad morfológica y ecológica. El objetivo de este estudio fue determinar la distribución altitudinal en los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala con base en gradientes altitudinales para la caracterización de ensambles de especies por medio de bases de datos de libre acceso con avistamientos de murciélagos en los dos departamentos de estudio y de un muestreo en campo. Para su posterior análisis se hizo uso de los análisis de los componentes de la diversidad (alfa, beta y gamma). Como resultado de dichos análisis, se pudieron caracterizar dos distintos ensambles de murciélagos agrupándolos con base en la similitud y riqueza de los gradientes inferiores, y en la disimilitud y exclusividad de especie del gradiente superior. Con lo cual se puede inferir que existe una mayor concentración de riqueza en los ensambles inferiores que en los superiores.

Palabras clave: murciélagos, gradiente altitudinal, ensamblaje, componentes de la diversidad.

---

### ABSTRACT

Bats are the only placental mammals with anatomical modifications for flight, which allows them to be distributed in almost all terrestrial biomes except for Antarctica, the second order of mammals that exist, richer in species and with a high rate of morphological and ecological diversity, for which its altitudinal distribution was studied in the departments of Sacatepéquez and Guatemala based on altitudinal gradients for the characterization of assemblages of species through databases of free access with sightings of bats in the two departments of study and of a sampling in the field. For its subsequent analysis, analysis of the diversity components (alpha, beta and gamma). As a result of these analyses it was possible to characterize two different assemblages of bats grouped based on the similarity and richness of the lower gradients, and on the dissimilarity and species exclusivity of the upper gradient. With which it can be inferred that there is a greater concentration of wealth in the lower assemblages than in the upper ones.

Keywords: bat, altitudinal gradient, assemblage, components of diversity

## INTRODUCCIÓN

Los murciélagos desempeñan un papel primordial en el mantenimiento de los ecosistemas. Tienen valor económico y sanitario debido a que representan la única manera natural de combatir grandes cantidades de insectos, siendo algunos de estos transmisores de enfermedades y algunas otras consideradas plagas agrícolas. Además, ayudan a polinizar y a dispersar semillas de diversas especies de plantas (Zárate et al., 2012). Los murciélagos se constituyen como uno de los grupos más importantes en la evaluación del impacto de la fragmentación sobre la diversidad del paisaje, debido a que forman un grupo abundante, diverso y fácil de muestrear (Jones et al., 2009). Aunque tienen la capacidad de volar y, por consiguiente, de acceder a diferentes tipos de hábitats, la fragmentación y destrucción de sus ambientes, han alterado significativamente la riqueza y abundancia de los ensamblajes (Sánchez & López 1998; Tirira, 1999). Ensamblaje se refiere al estudio de una parte de la comunidad seleccionada desde un punto de vista taxonómico (Fauth et al. 1996).

El área de distribución geográfica se entiende como el lugar donde una especie puede ser localizada, la cual es un atributo difícil de estimar (Maciel-Mata et al., 2015). Los seres vivos no siguen patrones regulares, esto quiere decir, que se distribuyen de forma no homogénea, al contrario, se cree que la riqueza de especies se comporta siguiendo patrones de distribución (Jaime-Escalante et al., 2016). Uno de estos patrones de distribución, el cual es aceptado como patrón general, es el de la variación de la riqueza de especies asociada a la altitud (Cortez-Fernández, 2006). Existen dos patrones que resaltan entre la asociación de la riqueza de especies con los gradientes altitudinales. El primero indica que la riqueza de especies va a ir disminuyendo con el incremento en la altura y segundo indica que la riqueza es alta en elevaciones bajas, alcanza su gradiente máximo a mitad del gradiente de elevación y esta riqueza vuelve a disminuir de forma monótona con la elevación (Ávila-Sánchez et al., 2018; Jaime-Escalante et al., 2016). Los estudios que evalúan el patrón de la riqueza de especies en gradientes altitudinales caen dentro del campo conocido como la ecología biogeográfica, la cual es una disciplina básicamente observacional, contando con herramientas estadísticas diseñadas específicamente para probar determinados patrones o modelos (Arita & Rodríguez, 2001).

El departamento de Sacatepéquez se encuentra ubicado en la región Central de Guatemala con una altitud mínima de 713 metros y una máxima de 3,959 metros en una extensión territorial de 465 kilómetros cuadrados, dicho departamento colinda al norte con el departamento de Guatemala (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2009) el cual se encuentra ubicado en la región Metropolitana de Guatemala

contando con una altitud mínima de 793 metros y una máxima de 2468 metros en una superficie de 996,00 kilómetros cuadrados (Valladares, 2003).

En los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala no existe una documentación de los patrones de ensamble de murciélagos a lo largo de un gradiente altitudinal lo cual deja un hueco de información, ya que los estudios de murciélagos son de gran relevancia debido a la importancia ecológica de estos, siendo polinizadores, dispersores de semillas, controladores de plagas y bioindicadores de la perturbación ambiental (Giraldo & Valencia, 2012; Medellín & Víquez, 2014), entre otros beneficios a los paisajes. El conocimiento sobre el patrón altitudinal de la diversidad de especies de murciélagos se puede utilizar en investigaciones futuras para la predicción de algunos de los posibles resultados del cambio climático.

El objetivo central de esta investigación es el de caracterizar el ensamble de especies de murciélagos en los diferentes gradientes altitudinales de los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala, lo cual se realizó con análisis de los componentes de la diversidad (alfa, beta y gamma). Por medio de la riqueza específica e índices de Shannon-Weiner y dominancia se analizó la diversidad alfa, mientras que la diversidad beta se analizó con los índices de Morisita-Horn, Magurran y cálculo de la diversidad beta basado en la riqueza de especies, con lo cual se calculó la diversidad gamma. La metodología utilizada fue tanto de campo como documental, ya que se utilizaron bases de datos y muestreos de murciélagos para la complementación de la información obtenida posteriormente, con lo cual se exploraron las diferentes comunidades de murciélagos a las diferentes altitudes encontradas en los departamentos de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Universo de Estudio

Datos taxonómicos y geográficos de murciélagos provenientes de los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala recabados a través de colectas en La finca El Pilar San Cristóbal El Alto, Antigua Guatemala y revisión de diversas bases de datos de libre acceso.

### Área de estudio

El área de estudio son los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala los cuales se encuentran en la región Central y Metropolitana de la República de Guatemala, respectivamente.

Sacatepéquez se encuentra a una altitud de 1,530 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.) en una extensión territorial de 465 km<sup>2</sup> contando con un clima templado. En este departamento se encuentran accidentes geográficos como los volcanes de Agua, Fuego y Acatenango; también se encuentran los cerros La bandera y el Tigre, de igual manera se encuentran las montañas Xenacoj, Santa María Cauqué, Soledad y Sunay (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2009) lo que hace que en este departamento se encuentre una gran diversidad de ecosistemas.

La ciudad de Guatemala se encuentra en el centro sur geográfico del país, entre los 14° 40' y 14° 30' de latitud norte y los 90° 40' y 90° 25' de longitud oeste. En Promedio la altitud es de 1.500 m. La Región Metropolitana de Guatemala presenta una gran diversidad geológica y topológica ya que se encuentra rodeada por los cerros y montañas de la

Sierra Madre, así como por varios volcanes, algunos de los cuales están activos, como el Volcán Pacaya. El área también tiene una serie de zonas climáticas, que varía de cálido y seco en el norte, a cálido y húmedo en el sur y este, con inviernos generalmente suaves y secos (Valladares, 2003).

El conjunto de datos taxonómicos y geográficos provenientes de los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala abarcó un gradiente altitudinal que va desde los 1,189 a los 2,290 m. s. n. m.. Para dicha recopilación de datos se utilizaron registros de murciélagos en los departamentos de estudio utilizando bases de datos disponibles y de libre acceso como lo son GBIF, iNaturalist y SNIbg con las cuales se recopiló información de colectas y avistamientos de murciélagos de 52 diferentes localidades en los departamentos de estudio, los cuales son Sacatepéquez y Guatemala, las cuales se ilustran en la Figura 1.



Figura 1. Ubicación geográfica de los avistamientos de murciélagos en los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez

## Muestreo de murciélagos

Dentro del departamento de Sacatepéquez se seleccionó La finca El Pilar San Cristóbal El Alto, Antigua Guatemala para monitorear el ensamblaje de murciélagos a una altitud de 1,552 m. s. n. m. con ayuda de dos redes de niebla de 12 metros de largo

por 2.5 metros de alto aperturándose estas de 18:30 a 21:00 horas. Las redes fueron colocadas en trayectos utilizados por el humano ya que son sitios relativamente abiertos donde la vegetación permite el vuelo de los murciélagos y no afecta demasiado la captura, en los denominados "corredores de vuelo" (López et al., 2003).

De todos los ejemplares colectados, se registró especie, sexo, peso, longitud de antebrazo y edad. Todos los individuos capturados fueron liberados. Los murciélagos capturados fueron identificados hasta especie en la mayoría de los casos con base en caracteres taxonómicos externos para lo cual se utilizaron las guías de identificación de campo más utilizadas en Mesoamérica.

## Análisis

Los conjuntos de datos, correspondientes a los 12 gradientes altitudinales, fueron analizados para describir los ensambles de murciélagos de los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala para lo cual se realizaron análisis de los componentes de la diversidad (alfa, beta y gamma).

- Análisis de los componentes de la diversidad  
Diversidad alfa. La diversidad alfa se analizó por medio de la riqueza específica e índices de Shannon-Wiener y dominancia.
- Riqueza específica (S). Se obtuvo con un censo de la comunidad mediante el número de especies presentes, la cual es la forma más simple de calcular la biodiversidad (Moreno et al., 2016)
- Índice de Shannon-Wiener (H). El índice de Shannon-Wiener se utiliza para calcular la mayor incertidumbre al escoger aleatoriamente un individuo de una especie. Este se calculó cómo:

$$H = \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \right) \left( \log_2 \frac{n_i}{N} \right)$$

Donde  $n_i$  es el número de individuos en el sistema (o muestra) que pertenece a la especie "i". Para el índice de Shannon-Wiener el valor mínimo es de 0 lo cual indica la ausencia de diversidad, mientras que los ecosistemas relativamente diversos tienen un índice de Shannon Wiener de 3 o 4 (Gliessman, 2002).

- Índice de Dominancia (D). El índice de Dominancia nos sirve para determinar la comunidad más y menos diversa, ya que D es interpretado como la probabilidad de un encuentro intraespecífico, lo que quiere decir la probabilidad de que si se toman dos individuos de la comunidad ambos sean de la misma especie. Mientras más alta sea esta probabilidad menos diversa será la comunidad. Este se calculó cómo:

$$D = \sum_{i=1}^S P_i^2$$

Donde S es el número de especies y pi es la proporción de cada especie (Moreno, 2001).

Diversidad beta. Para el análisis de diversidad beta se utilizaron tres diferentes índices de diversidad, los cuales son: índice de Morisita-Horn, índice de Magurran y cálculo de la diversidad beta basado en la riqueza de especies.

Índice de Morisita-Horn. El índice de Morisita-Horn se utilizó para medir la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar, cada uno de un sitio o grupo diferente sean de la misma especie. Para cualquier par de grupos el valor se encuentra entre 0 y 1, siendo los valores cercanos a uno los más similares; estos valores dependen del número de especies comunes y de la abundancia relativa de éstas (Gutiérrez-Báez et al., 2012). Este se calculó cómo:

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (an_i * bn_j)}{(da + db)aN * bN}$$

Donde:

$an_i$ = número de individuos de la i-ésima especie del sitio A.

$bn_j$ =número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B

$da = an_i^2/aN^2$

$db = bn_j^2/bN^2$

Índice de Magurran. Se utilizó el índice de Magurran con el que el valor de la diversidad beta aumenta conforme el número de especies en los dos sitios evaluados aumentan y también cuando se vuelven más diferentes (Fernández, 2008). Su cálculo cómo:

$$\beta = (a + b)(1 - I_j)$$

Donde:

$I_j$  = similitud de los sitios medida con el índice de Jaccard.

a y b= número de especies presentes en los sitios

Cálculo de la Diversidad beta basado en la riqueza de especies. La diversidad beta se utilizó para medir el cambio en la composición de especies entre dos o más ensambles locales, o entre ensambles locales y regionales (Sánchez-Rojas & Rojas-Martínez, 2007). La ecuación para calcular la diversidad beta es:

$$\beta = \sum qj (St - Sj)$$

Donde:

$qj$ = peso proporcional de la comunidad j, basado en su área o cualquier otra medida de importancia relativa que se da en un valor de porcentaje.

$St$ = número total de especies registradas en el conjunto de comunidades

$Sj$ = número de especies registradas en la comunidad j.

(Moreno, 2001)

El valor de importancia ( $qj$ ) utilizado fue la proporción entre el número de especies capturado en cada gradiente altitudinal sobre la riqueza total.

- Diversidad Gamma. Se utilizó el método sugerido por Lande (1996) para la evaluación de la diversidad gamma con base en la riqueza de especies. Este método nos sirve para dividir el valor de la diversidad gamma en dos componentes (alfa y beta), de forma que permite el cálculo de la contribución porcentual de ambos a la diversidad gamma. La relación básica es:

Diversidad gamma= diversidad alfa promedio + diversidad beta

(Sánchez-Rojas & Rojas-Martínez, 2007).

## RESULTADOS

### Diversidad en los gradientes altitudinales de Sacatepéquez y Guatemala

La riqueza de especies de murciélagos encontrada en los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala fue de 48 especies. El gradiente altitudinal que mayor riqueza presentó fue el de 1,500-1,600 m. s. n. m., contando con 24 especies y un total de 161 individuos, seguido del gradiente altitudinal ubicado a 1,700-1,800 m. s. n. m. el cual cuenta con 15 especies diferentes y 65 individuos. El gradiente altitudinal ubicado a 1,400-1,500 m. s. n. m. cuenta con 12 diferentes especies y 21 individuos. El gradiente altitudinal ubicado a 1,100-1,200 m. s. n. m. cuenta con 11 especies y 36 individuos. Seguido de estos se encuentra el gradiente altitudinal ubicado a 2,000-2,100 m. s. n. m. el cual cuenta con 8 especies y 35 individuos, al igual que el gradiente altitudinal ubicado a 1,300-1,400 m. s. n. m. que cuenta con 8 especies y 27 individuos, y el gradiente altitudinal ubicado a 1,800-1,900 m. s. n. m. que de igual forma cuenta con 8 especies diferentes y 16 individuos. En el gradiente altitudinal ubicado a 1,600-1,700 m. s. n. m. se registraron 5 especies y 10 individuos. En el gradiente altitudinal ubicado a 1,900-2,000 m. s. n. m. se registraron 4 especies y 24 individuos. El gradiente altitudinal ubicado a 2,200-2,300 m. s. n. m. cuenta solamente con una especie y 2 individuos, mientras que los gradientes altitudinales ubicados a 1,200-1,300 m. s. n. m. y 2,100-2,200 m. s. n. m. no se registraron presencia de murciélagos.

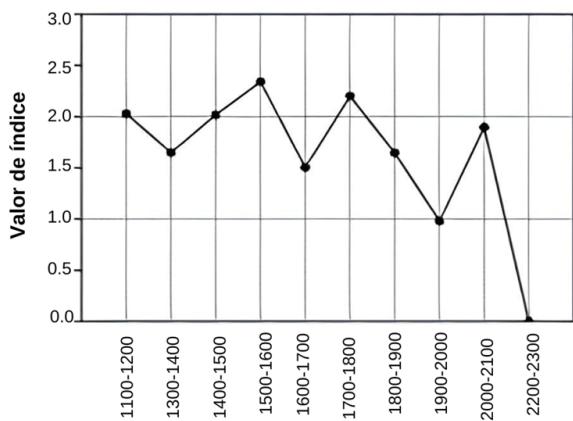
La riqueza de especies de murciélagos en los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala, así como la abundancia relativa se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Listado de especies y abundancias relativas de murciélagos por gradiente altitudinal encontrados en Sacatepéquez y Guatemala.

Especies	Rango Altitudinal											
	1100-1200	1200-1300	1300-1400	1400-1500	1500-1600	1600-1700	1700-1800	1800-1900	1900-2000	2000-2100	2100-2200	2200-2300
<i>Aeorestes cinereus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Anoura geoffroyi</i>	1	0	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0
<i>Artibeus aztecus</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artibeus intermedius</i>	0	0	0	0	14	0	1	0	2	0	0	0
<i>Artibeus jamaicensis</i>	11	0	1	2	48	1	2	1	2	0	0	0
<i>Artibeus lituratus</i>	7	0	0	4	28	0	6	2	4	0	0	0
<i>Artibeus toltecus</i>	1	0	0	0	1	0	2	1	0	6	0	0
<i>Carollia sowelli</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centurio senex</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Chiroderma salvini</i>	3	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0
<i>Cheroniscus godmani</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dasypterus ega</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dermanura azteca</i>	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dermanura tolteca</i>	0	0	0	0	3	0	17	0	0	0	0	0
<i>Desmodus rotundus</i>	1	0	0	1	1	0	3	0	0	1	0	0
<i>Diphylla ecaudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Enchisthenes hartii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eptesicus furinalis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eptesicus fuscus</i>	0	0	5	0	1	0	2	8	0	0	0	0
<i>Eumops auripendulus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glossophaga commissarisi</i>	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0
<i>Glossophaga leachii</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glossophaga mutica</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glossophaga soricina</i>	0	0	0	3	6	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lasiurus blossevillii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Leptonycteris verbabuenae</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Micronycteris microtis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Molossus sinaloae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis auriculus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Myotis californicus</i>	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis Kaup</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis keaysi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Myotis myotis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myotis nigricans</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nyctinomops aurispinosus</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nyctinomops femorosaccus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nyctinomops macrotis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllostomus discolor</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Promops centralis</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteronotus parnellii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Sturnira Gray</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sturnira hondurensis</i>	0	0	0	3	8	0	4	1	0	8	0	0
<i>Sturnira lilium</i>	0	0	0	5	4	3	2	0	0	0	0	0
<i>Sturnira ludovici</i>	0	0	0	0	15	0	16	0	16	0	0	0
<i>Sturnira parvidens</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
<i>Uroderma davisi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No. De especies por rango altitudinal	11	0	8	12	24	5	15	8	4	8	0	1
No. De individuos por rango altitudinal	36	0	27	21	161	10	65	16	24	35	0	2

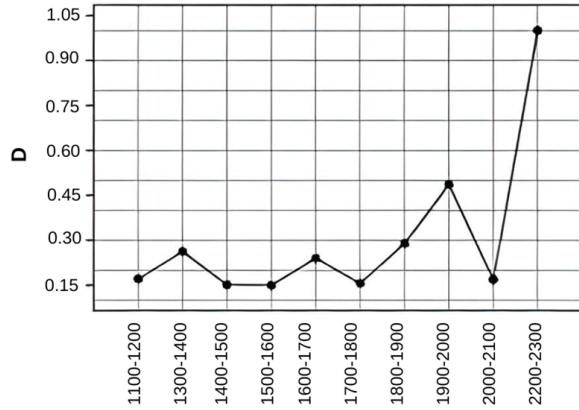
En el índice de Shannon-Weiner se observó el pico más alto en el gradiente altitudinal ubicado a 1,500-1,600 m. s. n. m., mismo gradiente en el que se registró el mayor número de especies (24). El segundo pico más alto se presentó en el gradiente altitudinal ubicado a 1,700-1,800 m. s. n. m. en el cual se registraron 15 especies. Se puede observar un declive de diversidad de Shannon-Wiener en los gradientes altitudinales de mayor altura a partir de los 1,800 m. s. n. m. como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener.



En el índice de dominancia se observó un comportamiento contrario al de Shannon-Weiner ya que los gradientes altitudinales de mayor altura a partir de los 1,800 m. s. n. m. fueron los picos más altos, obteniendo así declives en los gradientes altitudinales ubicados a 1500-1600 m. s. n. m. y 1700-1800 m. s. n. m. como se puede observar en la Figura 3.

Figura 3. Valores de diversidad del índice de Dominancia

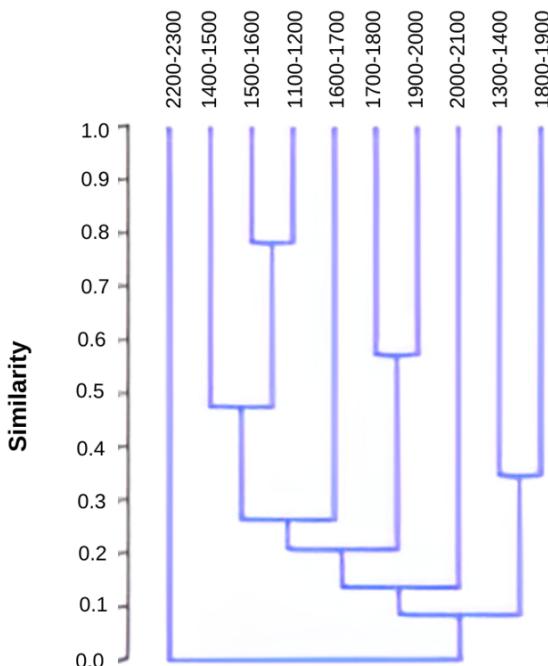


### Diversidad Beta

El resultado del índice de Morisita-Horn es un agrupamiento jerárquico. El análisis muestra dos grupos, de los cuales uno está formado por el gradiente altitudinal de mayor elevación el cual se encuentra ubicado a 2,200-2,300 m. s. n. m., mientras que el segundo grupo está formado por

todos los demás gradientes altitudinales (1,100-1,200, 1,300-1,400, 1,400-1,500, 1,500-1,600, 1,600-1,700, 1,700-1,800, 1,800-1,900, 1,900-2,000, 2,000-2,100) como se observa en la Figura 4.

Figura 4. Análisis de agrupamiento jerárquico utilizando el índice de Morisita-Horn.



El índice de Magurran mide el reemplazo de especies, aumentando conforme el número de especies en ambos sitios aumenta como también al volverse más diferentes (Moreno, 2001). En la Tabla 2 se observa el valor para cada par de pisos altitudinales; el valor máximo ocurre entre los gradientes ubicados en 1,500-1,600 m. s. n. m. y 1,300-1,400 m. s. n. m., reduciéndose los valores del índice hacia ambos extremos de los gradientes, tanto inferiores como superiores. Los valores del índice indican que existe un mayor reemplazo y aumento de especies en los gradientes altitudinales medios, disminuyendo el número de especies al acercarse a los extremos.

Para el cálculo de la diversidad beta basado en la riqueza de especies la medida de importancia relativa utilizada fue la riqueza de especies (Echeverría, 2009).

La diversidad beta (Lande, 1996) calculada es de 68.9

Tabla 2. Valores del índice de Magurran para cada gradiente altitudinal estudiado

	Gradientes Altitudinales									
	1100 - 1200	1300- 1400	1400- 1500	1500- 1600	1600- 1700	1700- 1800	1800- 1900	1900- 2000	2000- 2100	2200- 2300
<b>1100 - 1200</b>	0	17.9	16.5	29.2	13.7	19.8	13.9	12.7	12.2	12
<b>1300- 1400</b>	17.9	0	15.9	29.9	11.9	20.8	13.7	10.9	16	9
<b>1400- 1500</b>	16.5	15.9	0	25.7	11.7	16	13.4	10.6	14.7	10
<b>1500- 1600</b>	29.2	29.9	25.7	0	25.7	23.7	23.1	23.3	27.4	25
<b>1600- 1700</b>	13.7	11.9	11.7	25.7	0	17.8	11.9	7.9	11.9	6
<b>1700- 1800</b>	19.8	20.8	16	23.7	17.8	0	14.9	13.9	19.6	16
<b>1800- 1900</b>	13.9	13.7	13.4	26.1	11.9	14.9	0	9.6	13.7	9
<b>1900- 2000</b>	12.7	10.9	10.6	23.3	7.9	13.9	9.6	0	12	5
<b>2000- 2100</b>	12.2	16	14.7	27.4	11.9	19.6	13.7	12	0	9
<b>2200- 2300</b>	12	9	10	25	6	16	9	5	9	0

### Diversidad Gamma

Para el cálculo de la diversidad gamma, primero se calculó la diversidad alfa promedio, sumando el número de especies de cada gradiente altitudinal y dividiéndola entre el total de gradientes altitudinales. Posteriormente la diversidad gamma fue calculada utilizando la ecuación de Lande (1996).

La diversidad total predicha por el cálculo de la diversidad gamma utilizando la riqueza de especies es de 76.9 especies para los gradientes altitudinales estudiados en los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala.

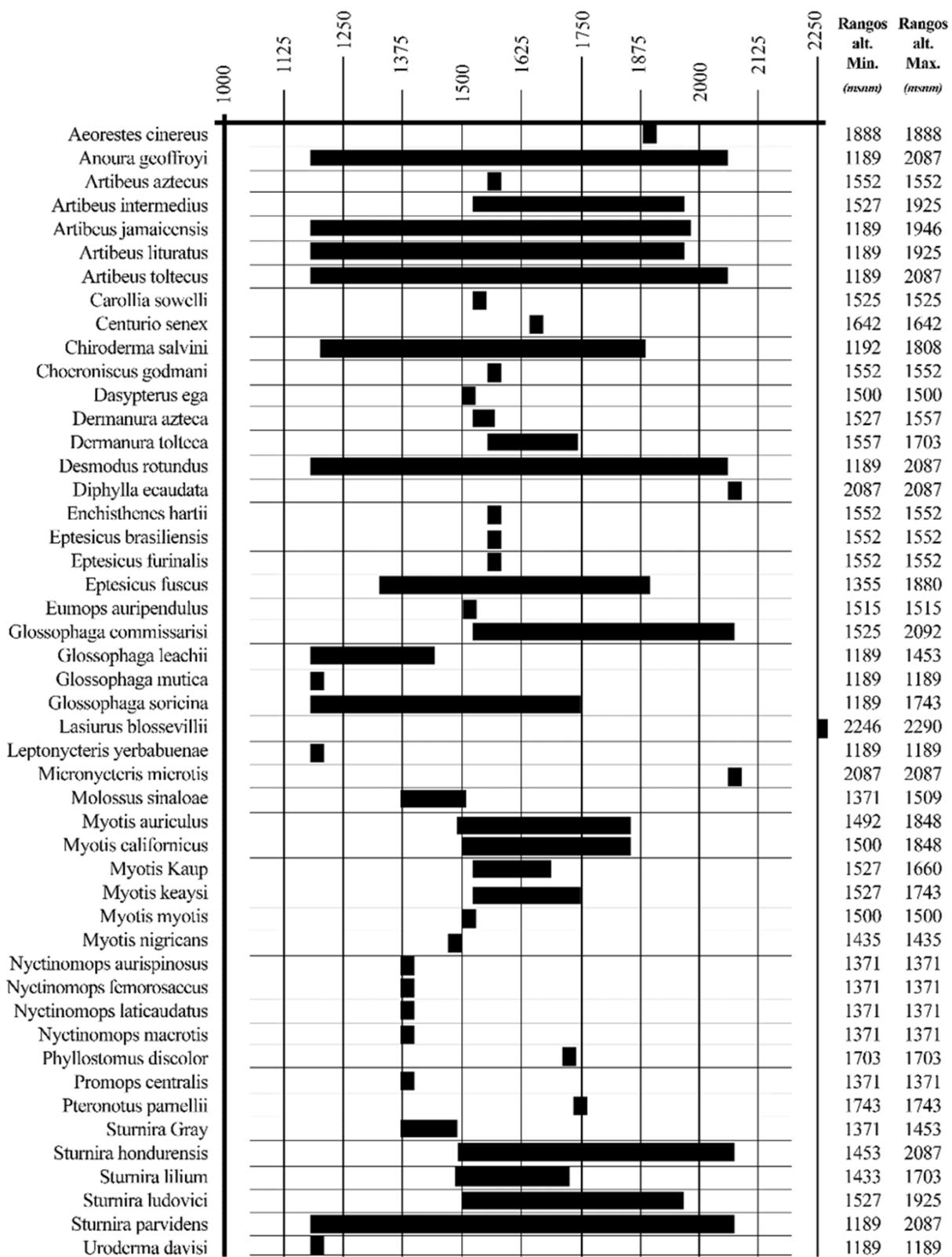
La diversidad gamma de murciélagos de los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala calculada por medio de la riqueza de especies dio como resultado que la diversidad alfa aporta un 10.40% a la diversidad total, mientras que la diversidad beta aporta un 89.60% al total de la diversidad.

### Distribución altitudinal de especies

Consultando bases de datos de colecciones y avistamientos de biodiversidad guatemalteca se obtuvieron 436 registros de murciélagos del área de estudio, lo cual tuvo una representación de 48 especies diferentes. La Figura 5 muestra el listado de las diferentes especies registradas, así como el rango de distribución altitudinal de cada una de ellas.

Los intervalos de los gradientes altitudinales se realizaron tomando como límite inferior el registro de menor altitud, siendo este de 1,189 metros, y como límite superior el registro de mayor altitud (McCain, 2004), siendo este de 2,290 metros con una diferencia de 100 metros en cada gradiente. Para fines de descripción de variación altitudinal de la riqueza de las especies se realizó una división de ensambles de especies encontradas a lo largo de los gradientes altitudinales, en los cuales se logra apreciar cierto grado de traslape entre las especies (Figura 5).

Figura 5. Listado y distribución altitudinal de las especies de murciélagos de los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala.



## DISCUSIÓN

Análisis de los componentes de la diversidad en los gradientes altitudinales de Sacatepéquez y Guatemala

### Diversidad alfa

El patrón de los valores de diversidad de Shannon-Weiner y dominancia indican que la mayor concentración de la riqueza de especies de murciélagos, así como la proporción más equitativa entre las abundancias de las especies se encuentra en los gradientes altitudinales medios, por el contrario de los gradientes altitudinales con mayor altura.

Los valores mayores del índice de dominancia hacia el extremo con gradientes altitudinales de mayor altura indican la presencia de un encuentro intraespecífico con menor probabilidad, lo que se traduce a menor diversidad en este gradiente altitudinal, ya que los valores del índice decrecen o aumentan según aumenta o decrece la diversidad (Soler et al., 2012) como lo es el caso del gradiente de 1,800-1,900 m. s. n. m. en el que se encuentran solamente 8 especies diferentes y el único registro de la especie de *Aeorestes cinereus*. Caso similar al del gradiente de 1,900-2,000 m. s. n. m. en el que se encuentran solamente 4 especies. El gradiente de 2,200-2,300 m. s. n. m. es el que presenta el valor más alto del índice de dominancia y, por ende, el pico más elevado (Figura 3) debido a que en dicho gradiente solo se encuentra 1 especie, *Lasiurus blossevillii*, la cual también es el único registro de dicha especie.

Los resultados de análisis alfa realizados indican que la mayor diversidad de especies ocurre en los pisos altitudinales intermedios, existiendo así una fuerte dominancia en los pisos altitudinales de mayor elevación.

### Diversidad beta

El resultado de Morisita-Horn fue un agrupamiento de las muestras (gradientes altitudinales) con base en la altitud formándose dos ensambles de murciélagos, uno conformado por el piso altitudinal de mayor elevación (2,200-2,300 m. s. n. m.) el cual se agrupa con índice de .01, esto debido a que, como se había mencionado con anterioridad, dicho gradiente cuenta con el único registro de la especie *Lasiurus blossevillii* lo cual se traduce a una disimilitud por la falta de especies en común y la abundancia relativa de estas mismas (Gutiérrez-Báez et al., 2012). En el segundo ensamble de murciélagos se encuentran los gradientes altitudinales desde 1,100 m. s. n. m. hasta 2,100 m. s. n. m., los cuales se agrupan con un índice de .1, esto debido a que dichas unidades

muestrales no se encuentran tan claramente separadas las unas con las otras haciendo que en estas se encuentre una mayor similitud por sus especies en común y la abundancia relativa (Gutiérrez-Báez et al., 2012).

El índice de Magurran mide el reemplazo de especies, aumentando conforme el número de especies en los dos sitios aumenta y también al volverse cada vez más diferentes (Moreno, 2001). Al comparar los valores calculados por el índice de Magurran a través de los gradientes altitudinales el valor más alto se da entre los gradientes 1,300-1,400 m. s. n. m. y 1,500-1,600 m. s. n. m., sitio donde ocurre un mayor recambio de especies, es decir, un mayor cambio en la composición y estructura de las comunidades de murciélagos a lo largo de los gradientes altitudinales (Vellend et al., 2011; Moreno & Rodríguez, 2010; Anderson et al., 2011), así como un aumento en la riqueza.

El análisis beta indica una existencia de mayor similitud entre los gradientes altitudinales inferiores, producto de a la poca separación entre dichos gradientes y por lo cual se comparte mayor cantidad de especies, como lo son *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus lituratus*, *Desmodus rotundus*, entre otras. Por el contrario, el gradiente altitudinal superior (2,200-2,300 m. s. n. m.) se agrupa débilmente producto de una especie exclusiva de dicho gradiente, *Lasiurus blossevillii*.

### Diversidad Gamma

En el análisis altitudinal de los departamentos de Sacatepéquez y Guatemala, la diversidad beta tiene una mayor importancia para la diversidad total (*gamma*), esto debido a que esta diversidad, producto del reemplazo de especies de los gradientes altitudinales aporta un 89.60% de la diversidad *gamma*, el resto lo aporta la diversidad específica de cada gradiente altitudinal (diversidad alfa) con un 10.40%. Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos por medio del análisis de la diversidad alfa en donde se encuentra que el recambio de especies a lo largo del gradiente contribuye de mayor manera a la diversidad total del gradiente analizado.

Con base en los resultados obtenidos se puede inferir que existe una mayor concentración de ensamblaje en los gradientes medios, los cuales disminuyen conforme va aumentando la altitud del gradiente.

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento a la asesora institucional Vivian González por el apoyo y acompañamiento durante todo el proceso de EDC. De igual manera al asesor de investigación José Echeverría por su paciencia, consejos e importante apoyo durante la realización de esta investigación. A la institución CONAP.

## REFERENCIAS

- Anderson, M. J., Crist, T. O., Chase, J. M., Vellend, M., Inouye, B.D., Freestone, A.L., Sanders, N., Cornell, H., Comita, L. S., Davies K. F., Harrison, S., Kraft, N., Stegen, J. & Swenson, NG (2011). Navegando por los múltiples significados de la diversidad  $\beta$ : una hoja de ruta para el ecólogo en ejercicio. *Cartas de Ecología*, 14 (1), 19-28.
- Arita, H. & Rodríguez, P. (2001) Ecología Geográfica y Macroecología. En J. Llorente Bousquets & J., J. Morrone (Eds.). Introducción a la biogeografía en latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones (pp. 63-80). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ávila-Sánchez, P., Sánchez-González, A., Catalán-Heverástico, C., Almazán-Núñez, R. C., & Jiménez-Hernández, J. (2018). Patrones de riqueza y diversidad de especies vegetales en un gradiente altitudinal en Guerrero, México. *Polibotánica*, (45), 101-113. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.45.8>
- Cortez Fernández, C. (2006). Variación altitudinal de la riqueza y abundancia relativa de los anuros del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata. *Ecología en Bolivia*, 41(1), 46-64. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_artte xt&pid=S1605-25282006000700004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_artte xt&pid=S1605-25282006000700004&lng=es&nrm=iso)
- Fauth, J. E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits, W. J., Van Buskirk, J., & McCollum, S. A. (1996). Simplifying the jargon of community ecology: A conceptual approach. *The American Naturalist*, 147(2), 282-286. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/285850>
- Giraldo, A., & Valencia, B. (2012) Isla Gorgona: Paraíso de biodiversidad y ciencia. Colombia: Universidad del Valle. Manga, A., Bakwo, E. y Lebel, J. (2019) Diversity and altitudinal distribution of bats (Mammalia: Chiroptera) on Mount Cameroon. <https://doi/abs/10.1080/03946975.2019.1680077>
- Gliessman, S. R. (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. Catie.
- Gutiérrez-Báez, C., Ortiz-Díaz, J. J., Flores-Guido, J. S., & Zamora-Crescencio, P. (2012). Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del punto de unión territorial (PUT) de Yucatán, México. *Polibotánica*, (33), 151-174. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_artext&pid=S1405-27682012000100010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_artext&pid=S1405-27682012000100010&lng=es&nrm=iso)
- Instituto Nacional de Estadística. (2009). Boletín Informativo Departamento de Sacatepéquez, 3(3), 1-29.
- Jaime-Escalante, N. G., Figueroa-Esquivel, E. M., Villaseñor-Gómez, J. F., Jacobo-Sapien, E. A., & Puebla-Olivares, F. (2016). Distribución altitudinal de la riqueza y composición de "ensamblajes" de aves en una zona montañosa al sur de Nayarit, México. *Revista de Biología Tropical*, 64(4), 1537-1551. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v64i4.20255>.
- Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R., & Racey, P. A. (2009) Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered species research*, 8(1-2), 93-115. <https://doi.org/10.3354/esr00182>
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York academy of sciences*, 1223(1), 1-38. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>
- Lande, R. (1996) Statistics and partitioning of species diversity among multiple communities. *Oikos*, 76 (1), 5-13. <https://doi.org/10.2307/3545743>
- López, J. E., Pérez, S. G., Cajas, J., O. Ávila, R., & López, A. (2003) Análisis biogeográfico y ecológico de ensambles de quirópteros en cuatro bosques secos de Guatemala. (informe final). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Maciel-Mata, C. A., Manríquez-Morán, N., Octavio-Aguilar, P., & Sánchez-Rojas, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta Universitaria*, 25(1), 3–11. <https://doi.org/10.15174/au.2015.690>.
- McCain, C. M. (2004). The mid-domain effect

applied to elevational gradients: species richness of small mammals in Costa Rica. *Journal of Biogeography*, 31(1), 19-31. <https://doi.org/10.1046/j.0305-0270.2003.00992.x>

Medellín, R. A., & Víquez-R, L. R. (2014). Los murciélagos como bioindicadores de la perturbación ambiental. *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental* (521-539). Editorial S y G.

Moreno, C. (2001) Métodos para medir la biodiversidad. Centro de investigaciones biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Moreno, C. E., & Rodríguez, P. (2011). Commentary: Do we have a consistent terminology for species diversity? Back to basics and toward a unifying framework. *Oecologia*, 167(4), 889-892. <https://doi.org/10.1007/s00442-011-2125-7>

Sanchez, O., & Lopez, G. (1988). A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*, (75), 119-145.

Sánchez-Rojas, G., & Rojas-Martínez, A. (2007) Tópicos en sistemática, biogeografía, ecología y conservación de mamíferos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Soler, P., Berroterán, J., Gil, J. y Acosta, R. (2012) Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía tropical*, 62(1 - 4), 25-37.

Tirira, D. (1999) Historia natural de los murciélagos neotropicales. En: D. Tirira (ed.), *Biología, sistemática y conservación de los mamíferos del Ecuador*. (2da edición), (Pp. 31–56). SIMBIOE .

Valladares, C. (1 enero 2003). The case of Guatemala City. ALNAP Strengthening humanitarian action through evaluation and learning. <https://www.alnap.org/help-library/the-case-of-guatemala-city>

Vellend, M., Cornwell, W. K., Magnuson-Ford, K., & Mooers, A. (2011) Measuring phylogenetic biodiversity. En A. Magurran & B. J. McGill (Eds.). In *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*, (194-207). Oxford University Press.

Zárate-Martínez, D. G., Serrato-Díaz, A., & López-Wilchis, R. (2012). Importancia ecológica de los murciélagos. *Contactos*, 85, 19-27. <http://www2.itz.uam.mx/newpage/contactos/revista/85/pdfs/murcielagos.pdf>

# EVALUACIÓN PALINOLÓGICA DE MIELES DE LAS ABEJAS GEOTRIGONA ACAPULCONIS (STRAND, 1919) Y MELIPONA BEECHEII (BENNET, 1831) (APIDAE: MELIPONINI) DEL ORIENTE DE GUATEMALA.

Palynological Assessment of Honey from *Geotrigona acapulconis* (Strand, 1919) and *Melipona beecheii* (Bennet, 1831) Bees (Apidae: Meliponini) in Eastern Guatemala.

Werner Rodrigo Molina-Soto<sup>1,2,3</sup>

Natalia Escobedo-Kenefic<sup>1,4</sup>

Quebin Bosbely Casiá-Ajché<sup>1,5</sup>

Gabriela Armas<sup>2,6</sup>

<sup>1</sup> Unidad para el conocimiento, uso y valoración de la biodiversidad, Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

<sup>2</sup> Programa Experiencias Docentes con la Comunidad (EDC), subprograma de la carrera de Biología.

<sup>3</sup> molinaswr@gmail.com

<sup>4</sup> rihannon52@yahoo.com

<sup>5</sup> qbosbely@gmail.com

<sup>6</sup> anarmas@profesor.usac.edu.gt

## RESUMEN

Las abejas nativas sin aguijón, también conocidos como meliponinos, son polinizadores nativos valiosos por los servicios ecosistémicos que proveen, como la polinización de cultivos y la producción de cera, miel y propóleo. Sus mieles son importantes puesto que son utilizadas como medicina tradicional, alimento, cosmético y como mercadería. Sin embargo, se desconocen aspectos sobre la biología de estas abejas y las propiedades de sus mieles. Para ello, se caracterizó los tipos polínicos hallados en las mieles provenientes del oriente de Guatemala de dos especies de meliponinos *M. beecheii* y *G. acapulconis*, dos de cada especie, con el objetivo de conocer los recursos florales que utilizan. Se identificaron 66 palinomorfos. Tres muestras de miel fueron clasificadas como oligoflorales y una como monofloral. Los índices de diversidad y equidad fueron utilizados como criterios para clasificar las mieles como monoflorales u oligoflorales. Para la miel monofloral encontrada tuvo índice de diversidad de ( $H'$ ) 1.75 y de equidad ( $I$ ) de 0.5198 y de los índices de una de las mieles oligoflorales fueron ( $H'$ ) 3.051 y ( $I$ ) 0.8015, respectivamente, lo cual, indica pecoreo heterogéneo para la miel monofloral y homogéneo para la oligofloral. Se encontró que factores como la estacionalidad, la cercanía a cultivos y la disponibilidad de recursos florales pudieron provocar que la composición de las mieles fuera similar a pesar de ser de distinta especie.

Palabras clave: melisopalinología, especie poliléctica, meliponinos, recurso floral, polen

## ABSTRACT

Stingless bees are native pollinators that are valuable because of the ecosystemic services they provide, like native crop pollination and production of honey, wax and propolis. The honey of these bees is important because it is utilized as traditional medicine, food, cosmetics and as merchandise. However, there are still many gaps about the biology of stingless bees and the properties of their honey. In order to identify the floral resources used by two stingless bee species, *M. beecheii* and *G. acapulconis* in the East of Guatemala, we characterized the pollen types



in four honey samples , two from each species. We identified 66 different pollen morphotypes, we found three oligofloral honey samples and one monofloral sample. The diversity index ( $H'$ ) for the monofloral honey was 1.75 and the evenness was reported as 0.5198, in contrast, the diversity indexes for one oligofloral honey were ( $H'$ ) 3.051 and ( $J$ ) 0.8015, respectively. It was found that variables like seasonality, closeness to crops and floral resource availability could have been some of the drivers that made the palynological composition in some honeys were similar even though they were samples from different species.

Key words: melissopalinology, polyleptic species, melipoini, floral resources, pollination

## INTRODUCCIÓN

Los insectos polinizadores y las plantas poseen una relación mutualista en que las plantas ofrecen recompensas florales para atraer a los insectos como el polen, el néctar o los aceites, para que ellos al visitar otras flores puedan dispersar sus gametos masculinos (Michener, 2007; Grimaldi, 1999). Se ha demostrado que el servicio ecosistémico de la polinización favorece la reproducción de al menos el 70% de los cultivos consumidos globalmente (Klein et al. 2007). Las abejas (Hymenoptera: Apoidea) son los insectos que poseen mayor número de estructuras especializadas para la polinización, como corbículas, escopas, y pelos plumosos, entre otros, que favorece que puedan acarrear polen y el resto de productos florales (Grimaldi, 1999; Michener, 2007; Wille, 2011). Existen abejas verdaderamente sociales (eusociales), las cuales, se diferencian del resto debido a que se organizan en castas. Las diferencias fisiológicas hacen que las castas sean distintas entre ellas mismas, lo que les permite distribuirse el trabajo, las castas conocidas son: obreras, machos y reina (Wille, 1976). Las abejas obreras almacenan el néctar y el polen colectado durante el forrajeo como miel, que es utilizada para alimentar a las larvas de la colonia y a las abejas adultas (Wilmer, 2011). Las abejas nativas sin aguijón (Apidae: meliponini), son abejas sociales cuyo aguijón se ha visto atrofiado, y se distribuyen desde el sur de México hasta Argentina (Michener, 2007). Estas abejas son generalistas, y se conocen al menos 33 géneros y 400 especies, están adaptadas a tierras bajas, cálidas y húmedas. En Mesoamérica, las abejas sin aguijón proveen del servicio de polinización a flora nativa, cultivos nativos como las cucurbitáceas y el chile (*Capsicum annuum*), a cultivos introducidos como el café (*Coffea arabica*) y el cardamomo (*Elettaria cardamomum*) (Escobedo-Kenefic, 2010; Guzmán et al. 2011; Herrera & Sabogal, 2016; Vásquez, 2007).

Las culturas originarias de América han aprovechado sus servicios ecosistémicos para aumentar la productividad de sus cultivos y, también, han aprovechado sus mieles, resinas y propóleos para su alimentación y uso cotidiano (Enriquez et al. 2014; Rosso et al. 2001). Los productos obtenidos de las colmenas de abejas son utilizados como remedios de uso cotidiano (Vásquez, 2007). Además, el manejo y el aprovechamiento de las colmenas de estas abejas es una práctica ancestral que forma parte del patrimonio cultural maya. Esto fue evidenciado en el códice de Madrid, donde hay páginas dedicadas a la meliponicultura (Quezada-Euan, 2018).

El polen ha sido una herramienta de estudio en diversos campos de la ciencia como la agricultura, la ecología, la paleontología, la paleoecología, y otras, debido a que cada especie de planta fanerógama tiene su polen característico (Avendaño et al. 2018; Correa-Metrio et al. 2011; Escobedo-Kenefic, 2010). Debido a que contiene parte del polen colectado por las abejas durante el pecoreo, la miel, se ha utilizado como herramienta para conocer las interacciones planta-polinizador, a esta disciplina se le conoce como melisopalinología (González, 2017). Es por ello que a través de la melisopalinología es posible caracterizar las mieles de abejas en base a los recursos florales que utilizan (Burjachs, 2006).

Las mieles estudiadas en esta investigación fueron de las abejas *Melipona beecheii* (Bennett, 1831), y *Geotrigona acapulconis* (Strand, 1919). Dichas especies fueron seleccionadas debido a que anidan de formas distintas. *M. beecheii* anida en troncos de árboles tanto vivos como muertos principalmente, debido a ello, desde hace al menos cuatro siglos esta abeja ha sido domesticada y es la miel de meliponino más común (Arnold et al. 2018). Su miel es utilizada principalmente como medicina tradicional y es criada

principalmente para el consumo doméstico, solo las personas con numerosas colmenas la comercializan (Enriquez et al. 2014; Escobedo-Kenefic y Mejía, 2019). Por otro lado, *G. acapulconis* es una especie que anida en el suelo, al igual que otras especies de su género pueden anidar hasta dos metros de profundidad, generalmente es una abeja tímida y se han implementado cajas que simulan el microambiente del suelo para su crianza (Arnold et al. 2018).

Al analizar el polen en las muestras de miel se buscó comparar la composición de tipos polínicos entre las dos especies. Para ello se caracterizó el polen en las mieles de ambas especies y se describió el polen en función de la riqueza y la diversidad de los tipos polínicos. Con ello se esperó que la composición polínica, registrada en palinomorfos dado que no fue posible identificar taxonómicamente los granos de polen, en las mieles evidenciará diferencias en el uso de recursos florales entre ambas especies. El presente estudió género información para meliponicultores, para que estén enterados de los recursos florales que utilizan las abejas que manejan y así mejorar su producción. Asimismo, se espera generar conocimiento académico, para que puedan conocer de mejor manera cómo interactúan ambas especies de meliponinos en función del anidamiento, dado que no hay estudios melisopalinológicos de esta naturaleza.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 4 muestras de miel obtenidas de la Unidad de Investigación para el Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Tres de las mieles fueron provenientes del municipio de Esquipulas, una miel (GA I) de la aldea La Cuestona, otra miel (MB II) fue proveniente de la aldea Belén, y en la última (MB I) solo se especificó que fue colectada dentro del municipio, en el departamento de Chiquimula. Por otro lado, la miel GA II fue colectada en la aldea Chiramay, municipio de Quezaltepeque, en Chiquimula (Fig. 1). Todas las localidades poseen bosque húmedo premontano tropical según el sistema de zonas de vida de Holdridge (Irungaray et al. 2018).



Figura 1. Mapa cartográfico de los lugares donde se colectaron las mieles.

Para extraer el polen, se tomaron 2g de miel disueltos y homogenizados en 4ml de agua caliente (no arriba de 40°C) que fueron centrifugados por 10 min a 2,500 rpm. Posteriormente, se lavó el tubo de ensayo con 4ml de alcohol y se repitió el procedimiento. Por último, se extrajo el polen sedimentado con gel de glicerina, se tiñó con safranina y fue teñido con safranina para fijar la lámina. Por cada miel utilizada se realizó una lámina, donde se contaron 500 granos de polen al barrer con el ocular la lámina por secciones aleatorias de la lámina en aumento de 100x con microscopio óptico. Los 500 granos fueron contados en cada muestra para poder analizar su frecuencia relativa propuesta de Louveaux y colaboradores (1978) y que, además, fueron revisados por Von der Ohe y colaboradores (2004). Las mieles fueron clasificadas según el criterio de Lieux (1972) como monoflorales en la presencia de un palinomorfo dominante (con ocurrencia  $\geq 45\%$ ), como biflorales al tener dos palinomorfos dominantes (ocurrencia 16-45%), oligoflorales con especies de importancia menor (ocurrencia 3-15%) y como poliflorales al tener palinomorfos con ocurrencias menores ( $\leq 3\%$ ).

Para la diversidad alfa será analizada mediante el índice de equidad de Shannon-Wiener en conjunto con el índice de Simpson (Krebs, 1999). El índice de Shannon-Weaver indica el grado de entropía en un sistema, lo cual, traducido en términos biológicos

indica el grado de incertidumbre de que al seleccionar un organismo al azar este sea de una especie específica. Mayor valor, indica mayor diversidad. (Moreno, 2001). Los análisis de agrupación, diversidad y ordenación fueron realizados en el software Past, versión 4.04 (Hammer et al. 2001).

El índice de equidad de Pielou (1947) fue utilizado para observar el nivel de homogenización del pecoreo de la abeja en cada muestra de miel. Dado que este índice mide la diversidad observada en proporción relacionada a la máxima diversidad esperada. Los valores se encontrarán en un intervalo de 0 a 0.1, donde 0.1 indica que las especies fueron igual de abundantes (Moreno, 2001).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i * \ln * p_i$$

$$J = \frac{H'}{H' \max}$$

s= riqueza

$p_i$  = proporción de la abundancia relativa de cada tipo de polen.

$H'$  = índice de Shannon

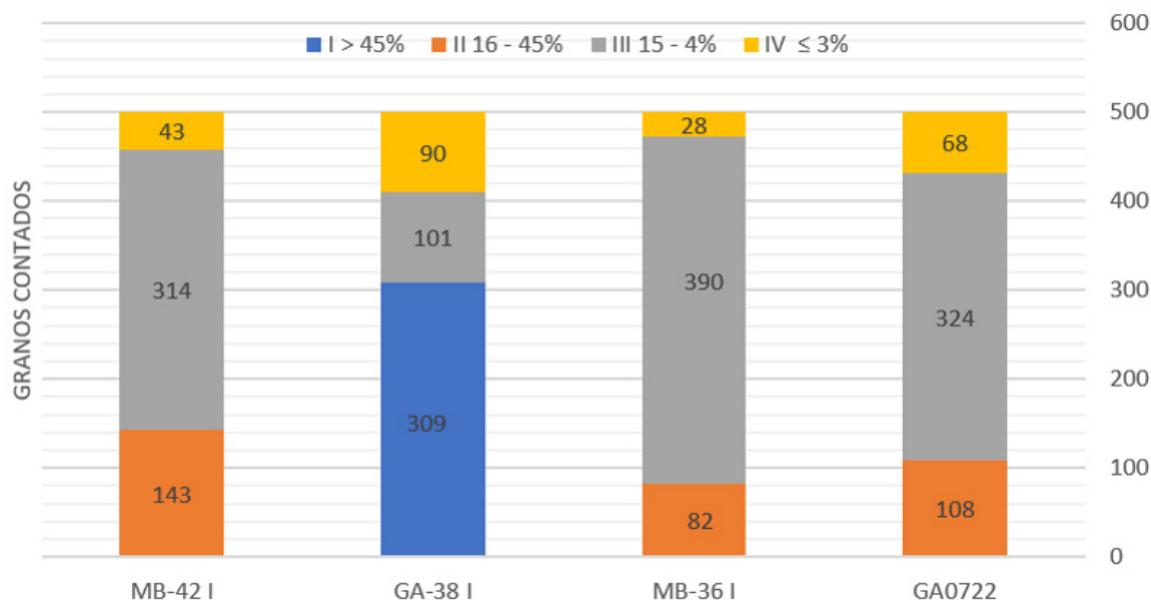
J = equidad de Pielou

$H'$  = índice de Shannon-Weaver

$H' \max$ = es el logaritmo natural del total de especies de polen encontradas en la muestra de miel

## RESULTADOS

Figura 2. Clasificación de las mieles como monoflorales, biflorales, oligofloraes y poliflorales



Nota. Tres muestras de miel (MBI, MBII y GAI) fueron clasificadas como oligoflorales, ya que la mayor parte de la distribución de palinomorfos se encontró en el grupo III. Por otro lado, muestra GA I el polimorfo dominante tuvo una ocurrencia del 61%, por lo que fue clasificada como monofloral (Figura 2).

Tabla 1. Diversidad alfa de cada muestra de miel

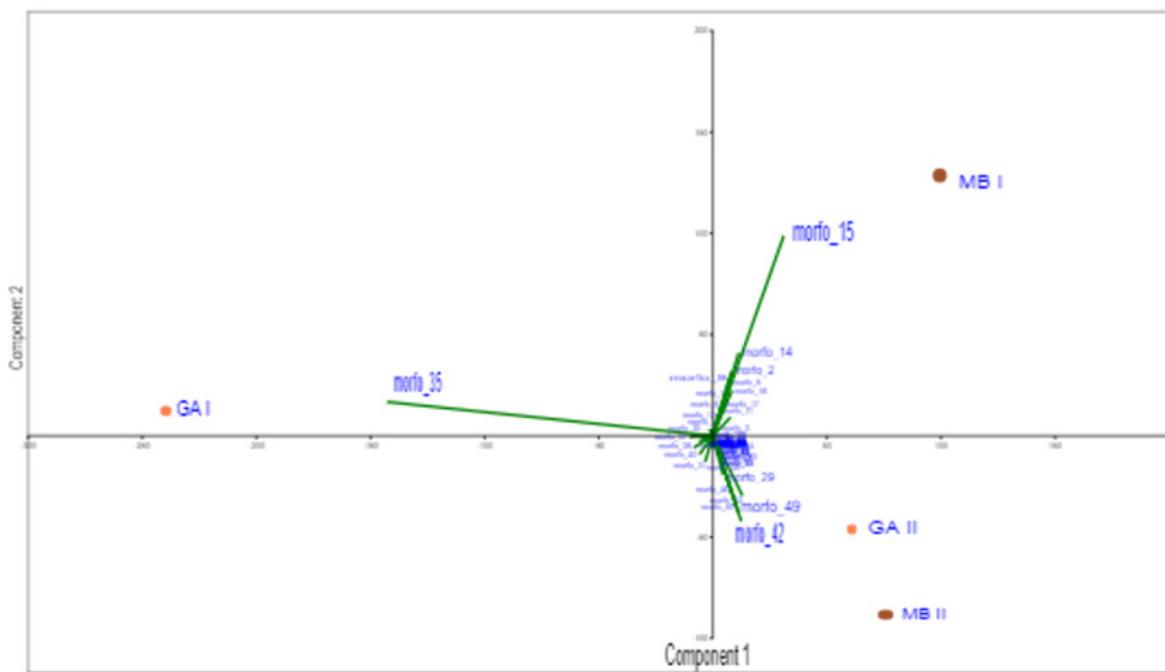
Índice	MB I*	GA I**	MB I*	GA II**
Riqueza (S)	18	29	33	45
Shannon (H)	2.37	1.75	2.79	3.05
Equidad (J)	0.819	0.519	0.797	0.802

\**Melipona beecheii*

\*\* *Geotrigona acapulconis*

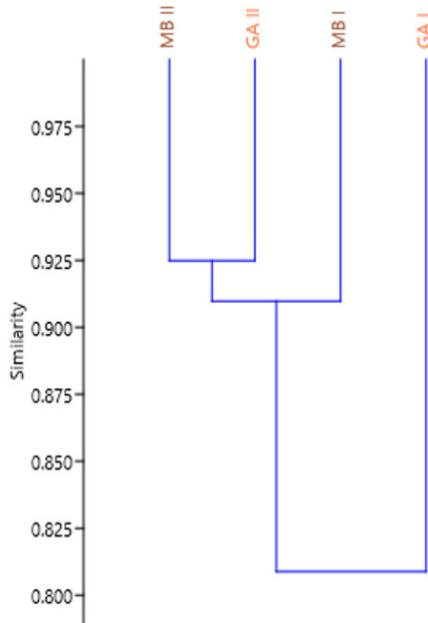
Nota. Los índices de diversidad alfa obtenidos por cada muestra de miel. La miel que presentó mayor riqueza fue GA II (45 palinomorfos), seguida por MB II (33). GA I y MBI presentaron 29 y 18 palinomorfos, respectivamente. Así mismo, los índices de diversidad de Shannon de las mieles fueron 2.37, 1.75, 2.7 y 3.05, respectivamente para las mieles MBI, GAI, MBII y GAI. Por último, para el índice de equidad se obtuvieron valores en los índices

Figura 3. Análisis de componentes principales (PCA) de las mieles utilizando el índice de Morisita.



El análisis de componentes principales mostró que la miel GA I está asociada al componente 1, y está influenciada por el morfotipo 35. Por otro lado, la miel MB I está relacionada con ambos componentes, además, su variación del resto de mieles puede explicarse principalmente por el palinomorfo 15, seguido del palinomorfo 14, el morfo 2 y el morfo 9. Las mieles GA II y MB II están relacionadas con ambos componentes y están influenciados por los morfotipos 42 y 49.

Figura 4. Análisis de agrupamiento jerárquico usando el índice de Morisita.



El dendrograma elaborado a partir del índice de similitud de Morisita muestra que las mieles MB II y GA II fueron más similares en cuanto a su composición de palinomorfos (0.925). MB I se agrupó a MB II y GA II con 0.91 de similitud. La muestra GA I fue la menos similar respecto a las otras mieles (0.81) (Figura.4).

## DISCUSIÓN

Dentro de los resultados obtenidos en la sección anterior se puede destacar que las mieles con mayores índices de equidad y de diversidad fue GA II, seguido de las mieles MB I y MB II. Adicionalmente, las mieles GA II, MB I y MB II fueron catalogadas como oligoflorales. Por otro lado, la miel de GA II fue catalogada como monofloral fue GA I. Por último, el PCA y el análisis de agrupamiento jerárquico reportaron que la miel menos parecida al resto fue GA I.

En el análisis de biodiversidad, la diversidad, la equidad y el hecho de que las mieles GA II, MB I y MB II son oligoflorales concuerda con que los meliponinos son especies polilécticas, es decir, que su forrajeo es variado, homogéneo y que no necesariamente está asociado a algún taxón de plantas (Michener, 2007). De igual manera, se ha evidenciado que las mieles de meliponinos son multiflorales, es decir, que no tienen preferencia en

el pecoreo por una sola especie, Ortíz-Reyes y colaboradores (2022) reportaron 81 tipos polínicos provenientes de 12 familias botánicas.

El análisis de similitud mostró que las mieles MB II y GA II tuvieron mayor similitud, junto con MB I, lo cual, concuerda con los resultados del PCA. Dicha similitud puede deberse a que fueron cosechadas en el mismo municipio (Esquipulas), y, aunque su pecoreo se vea limitado por la distancia entre aldeas los cultivos y la vegetación del municipio pueden ser similares (Ortiz-Reyes et al. 2022). Esto se relaciona con que ambas especies de meliponinos están catalogadas como polilécticas, y que, según Nagamitsu y Inoe (2005) los meliponinos comparten recursos florales cuando dichos recursos son abundantes. Adicionalmente, esta relación ya ha sido documentada por Vásquez (2007) cuando reportó que *Scaptotrigona pectoralis* (Dalla Torre, 1896) comparte recursos florales reportados para M.

## AGRADECIMIENTOS

*beecheii*, *Tetragonisca angustula*, (Lliger, 1806) y con el género *Trigona*.

La miel GA I obtuvo los valores menores para diversidad y equidad, lo cual, es debido a que en esta miel presentó preferencia por un palinomorfo, lo cual es corroborado por el PCA. Dicha preferencia pudo deberse a selectividad por algún cultivo, ya que, se ha reportado que, a nivel de especie, como dentro del género *Geotrigona*, estas abejas polinizan cultivos como bambúes (*Guadua*) y aguacate (*Persea americana*) (Ruiz-Sánchez et al., 2017; Vossler et al., 2010). Adicionalmente, se ha reportado que en épocas secas el pecoreo de meliponinos puede verse afectado debido a la escasez de recursos, lo cual provoca que tengan pecoreo más selectivo y que esto se vea reflejado en mieles monoflorales (Ramírez-Arriaga & Martínez-Hernández, 2007). En concordancia con lo anterior, Ortiz-Reyes y colaboradores (2022) reportaron mieles monoflorales durante la época seca y mieles poliflorales durante la época lluviosa para muestras de meliponinos como *M. beecheii* y *S. pectoralis*. En este caso, es posible que el recurso florístico en época seca haya sido un cultivo con riego artificial, lo cual, podría explicar su disponibilidad en la época seca y su preferencia por las abejas.

En el presente estudio, la mayor parte de las mieles fueron oligoflorales, mientras que solo una fue monofloral, lo cual, podría estar asociado a la disponibilidad de recursos. Dicha información podría ser utilizada por meliponicultores como referencia para escoger recursos florales tomando en cuenta la estacionalidad y su impacto en sus mieles. Por otro lado, dicha información podrá ser útil para tomar en cuenta en futuros estudios melisopalinológicos dado que se demostró que las mieles de *G. acapulconis* pueden ser tanto monoflorales como oligoflorales.

Se recomienda realizar estudio consiguientes montando las láminas con el método de acetólisis, ya que esta metodología facilitará la identificación de los granos de polen, ya que, su ausencia limitó la identificación de especies (Louveaux et al. 1978). De igual manera se recomienda realizar un catálogo palinológico de referencia para caracterizar el polen y la flora de los lugares cercanos a donde se colecten las mieles, con el objetivo de conocer a nivel de especie los recursos florales de las mieles de abejas nativas sin aguijón. Es necesario conocer los recursos florales de las mieles del país y así fomentar la conservación, el comercio responsable de miel de abejas sin aguijón y así posteriormente evaluar las interacciones planta-polinizador a partir de la información que proveen las mieles.

Agradecemos a la Unidad para el Conocimiento, Uso y Valoración de la Biodiversidad del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON-USAC) por el equipo y por el apoyo durante la investigación, especialmente a Denisse Escobar y a Edson Cardona en la gestión de las mieles. Así mismo, agradecemos el apoyo del Herbario USCG, el préstamo del material óptico para realizar los conteos.

## REFERENCIAS

- Arnold, N., Zepeda, R., Vásquez, V. D., y Aldasoro, M.. (2018). Las abejas sin aguijón y su cultivo en Oaxaca, México. ECOSUR, El Colegio de la Frontera Sur.
- Avendaño, C., Sunum, R., Morales, C., Del Cid, C., Cajas, M., Piperno, D., Berrio, J., Hernández, M., & Rosales, C. (2018). ¿Cómo fue el ambiente antes del establecimiento y después del abandono de la ciudad Maya de Salinas Nueve Cerros? Legado moderno de la diversidad biológica y cultural en la Ecoregión Lachuá, Franja Transversal del Norte. En B. Arroyo & H. Mejía. XXXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- Burjachs, F. (2006). Palinología y restitución paleoecológica. Ecosistemas. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente, 15(1), 7–16. <http://hdl.handle.net/10045/7834>
- Castellanos-Potenciano, B. P., Gallardo-López, F., Sol-Sánchez, A., Landeros-Sánchez, C., Díaz-Padilla, G., Sierra-Figueredo, P., & Santivañez-Galarza, J. L. (2016). Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y cambio climático, 2(1), 1-19
- Correa-Metrio, A., Bush, M. B., Pérez, L., Schwalb, A., & Cabrera, K. R. (2011). Pollen distribution along climatic and biogeographic gradients in northern Central America. The Holocene, 21(4), 681-692.
- Enríquez, E., Yurrita, C. L., Dardón, M.J., Armas, G., Vásquez, M., & Escobedo, N. (2014). Manual de meliponicultura: biología y reproducción de abejas nativas sin aguijón (2<sup>a</sup> edición). Centro de Estudios Conservacionistas, Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Escobedo-Kenefic, N. (2010). Estacionalidad del uso del Polen de Cardamomo (*Elettaria cardamomum*) por la Apifauna (Himenoptera: Apoidea) de la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachúa (Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala). Centro de Documentación y Biblioteca de Farmacia, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia : http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\_3017.pdf
- Escobedo-Kenefic, N. y Mejía, A. (2019). Evaluación preliminar del estado de conservación de cinco especies de abejas nativas sin aguijón (Apidae: Meliponini) de importancia económica y cultural en Guatemala, según los criterios de la lista roja de la UICN. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [CONCYT], Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología [SENACYT], Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología [FONACYT], Universidad de San Carlos de Guatemala [USAC], Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Estudios Conservacionistas [CECON].
- González, M. (2017). La melisopalinología como una estrategia para la caracterización y regionalización de la miel en Tamaulipas, México (Dissertación Doctoral). Instituto de Ecología Aplicada, Universidad Autónoma de Tamaulipas. https://sii.ecosur.mx/Content/ProductosActividades/archivos/27856/textocompleto%200.pdf
- Grimaldi, D. (1999). The co-radiations of pollinating insects and angiosperms in the cretaceous. Annals of the Missouri Botanical Garden, 373–406. https://doi.org/10.2307/2666181
- Guzmán, M., Balboa, C., Vandame, R., Albores, M. L., & González-Acereto, J. (2011). Manejo de las abejas nativas sin aguijón en México. El Colegio de la Frontera Sur.
- Hammer, Ø., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontology electronica, 4(1), 9.
- Herrera González, O. V., & Sabogal, J. E. (2016). Evaluación de la polinización de café *coffeea arabica* con abejas nativas (apidae: meliponini) en un cultivo agroecológico en la mesa-cundinamarca (Dissertación doctoral). Universidad de Cundinamarca.
- Irungaray, G. E. P., Monzón, J. C. R., Ibarra, R. E. M., Cabrera, G. A. G., & Ruano, J. G. (2018). Ecosistemas de Guatemala: basado en el sistema de clasificación de zonas de vida. Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar.
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the royal society B: biological sciences, 274(1608), 303-313.
- Lieux, M. H. (1972). A melissopalynological study of 54 Louisiana (USA) honeys. Review of Palaeobotany and Palynology, 13 (2), 95–124.
- Louveaux, J., Maurizio, A., & Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. Bee World, 59(4), 139–157.
- Moreno, C. E. (2000). Métodos para medir la biodiversidad. volumen 1. Manuales y tesis SEA
- Michener, C. D. (2007). The bees of the world, (2nd ed). The John Hopkins University Press.
- Nagamitsu, T., Inoue, T. (2005). Floral Resource Utilization by Stingless Bees (Apidae, Meliponini). En: Roubik, D.W., Sakai, S., Hamid Karim, A.A. (eds) Pollination Ecology and the Rain Forest. Ecological Studies, vol 174. Springer, New York, NY.
- Ortiz-Reyes, L. Y., Quiroz-García, D. L., Arreguín-Sánchez, M. L., & Fernández N., R. (2022). Origen botánico y caracterización fisicoquímica de la miel de meliponinos (Apidae: Meliponini) de Teocelo, Veracruz, México. POLIBOTÁNICA, 1(54), 153-170.
- Pielou, E. C. (1977). Mathematical ecology. Wiley.
- Ramírez-Arriaga, E., & Martínez-Hernández, E. (2007). Melitopalynological characterization of *Scaptotrigona mexicana* Guérin (Apidae: Meliponini) and *Apis mellifera* L. (Apidae: Apini) honey samples in northern Puebla state, Mexico. Journal of the Kansas Entomological Society, 80(4), 377-391.
- Rosso, J. M., Imperatriz-Fonseca, V. L., & Cortopassi-Laurino, M. (2001). Meliponicultura en Brasil I: Situación en 2001 y perspectivas. II Seminario Mexicano sobre abejas sin aguijón, Mérida, Yucatán, México, 28-35. https://www.academia.edu/2541097/MELIPONICULTURA\_EN\_BRASIL\_I\_SITUACION\_EN\_2001\_Y\_PERSPECTIVAS
- Ruiz-Sánchez, E., Peredo, L. C., Santacruz, J. B., & Ayala-Barajas, R. (2017). Bamboo flowers visited by insects: do insects play a role in the pollination of bamboo flowers? Plant Systematics and evolution, 303(1), 51-59.

- Quezada-Euán, J. J. G. (2018). Stingless bees of Mexico: The biology, management and conservation of an ancient heritage. Springer.
- Vásquez, M. A. (2007). Recursos polínicos utilizados por la abeja nativa Shuruya (*Scaptotrigona pectoralis*) (Apidae: Meliponini) en un meliponario de la parte baja de los cipresales en Pachalum, Quiché, durante la época seca y lluviosa (Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala). Centro de Documentación y Biblioteca de Farmacia, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia: <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/tesis/B167.pdf>
- Von Der Ohe, W., Oddo, L. P., Piana, M. L., Morlot, M., & Martin, P. (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S18-S25.
- Vossler, F. G., Tellería, M. C., & Cunningham, M. (2010). Floral resources foraged by *Geotrigona argentina* (Apidae, Meliponini) in the Argentine Dry Chaco forest. *Grana*, 49(2), 142-153.
- Wille, A. (1976). Las abejas jicotes del género *Melipona* (Apidae: Meliponini) de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 24(1), 123-147.

---

# **CALIDAD NUTRITIVA DE LOS ALIMENTOS MÁS VENDIDOS Y SU RIESGO DE CONTAMINACIÓN EN SEIS HOSPITALES PÚBLICOS DE GUATEMALA**

---

Ana Isabel Harmelin Marroquín<sup>1</sup>,  
Clony María Nájera Nájera<sup>1</sup>, Dulce  
María Polanco De Paz<sup>1</sup>, Emily  
Gabriela Enríquez Obando<sup>1</sup>, Emily  
Sofía Reyes Rodas<sup>1</sup>, Gabriela  
Shemary García Arenales<sup>1</sup>, Gloria  
Eugenio Equité Patzán<sup>1</sup>, Lucía María  
Barrera Santizo<sup>1</sup>, MSc. Claudia G.  
Porres Sam<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiantes del Ejercicio Profesional  
Especializado de Nutrición Clínica, primer  
semestre de 2022

<sup>2</sup> Ejercicio Profesional Especializado de  
Nutrición. Programa de Experiencias Docentes  
con la Comunidad -EDC-

---

## **RESUMEN**

---

El propósito de la presente investigación fue evaluar la calidad nutritiva de los 10 alimentos más vendidos dentro y alrededor de seis hospitales públicos de Guatemala, durante 2022. Este estudio fue descriptivo y transversal, tomando como muestra los puntos de venta de alimentos ubicados en un máximo de 100 metros alrededor de seis hospitales públicos. Se determinaron los alimentos vendidos por medio de entrevista a los vendedores de los puntos de venta y luego se clasificaron según el sistema NOVA y tipo de envasado. Por medio de la moda estadística, se identificaron los diez alimentos más vendidos. El valor nutritivo se determinó por medio de la etiqueta nutricional y se utilizó la Tabla de Composición de Alimentos del INCAP para las preparaciones de alimentos. Finalmente, se determinó el riesgo de contaminación por punto de venta por medio de la técnica observacional. Se analizaron los datos por medio de frecuencias, porcentajes y promedios. En el caso del nivel de riesgo de contaminación fue interpretado por medio de las escalas bajo, medio o alto riesgo. Se concluyó que los alimentos más vendidos son ultraprocesados, los cuales son altos en azúcares simples y grasas saturadas. La bebida carbonatada de cola y los snacks de fritura de maíz fueron los alimentos más vendidos. Finalmente, se encontró que existe un alto riesgo de contaminación al incumplir el uso de cofia y mascarilla en los responsables de la preparación de alimentos y en la facilidad de limpieza de la infraestructura. Además, se encontró presencia de insectos en los puntos de venta de alimentos.

Palabras clave: calidad nutritiva, alimento sin procesar, alimento procesado, alimento ultraprocesado, riesgo de contaminación.

## INTRODUCCIÓN

En el contexto de la salud pública, la calidad nutritiva de los alimentos y su nivel de contaminación son aspectos cruciales por considerar, especialmente en entornos hospitalarios donde la alimentación juega un papel fundamental en el proceso de recuperación de los pacientes. En Guatemala, un país donde los índices de malnutrición y enfermedades relacionadas con la dieta son significativos, la atención a la calidad de los alimentos se vuelve aún más relevante.

Este estudio se enfoca en analizar la calidad nutritiva y el riesgo de contaminación de los alimentos más comúnmente vendidos en seis hospitales públicos de Guatemala.

El objetivo principal es proporcionar una evaluación integral de la situación actual, identificando posibles áreas de mejora en la oferta alimentaria de estos centros hospitalarios.

El resultado de este estudio no solo contribuirá a la toma de decisiones informadas por parte de las autoridades de salud y los administradores hospitalarios, sino que también servirá como base para promover cambios significativos en los estándares de calidad de los alimentos ofrecidos en los hospitales públicos de Guatemala. Esto, a su vez, puede tener un impacto positivo en la salud y el bienestar de los pacientes, mejorando sus tasas de recuperación y su calidad de vida durante su estancia hospitalaria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de estudio

Descriptivo, de corte transversal.

### Recursos materiales

Alimentos comprados en seis hospitales públicos de Guatemala, Tabla de Composición de Alimentos del INCAP, 2018, balanza electrónica de cocina, marca NORDIKA y computadoras.

### Métodos

#### Identificación de puntos de venta.

Para la identificación de puntos de venta se tomó en cuenta los puntos ubicados en un máximo de 100 metros a la redonda de: Hospital General San Juan de Dios, Hospital Regional de Zacapa, Hospital de Infectología y Rehabilitación junto con el Hospital Roosevelt, Hospital Nacional de Chimaltenango y el Hospital General tipo I de Tecpán. Los puntos de venta se clasificaron en tienda, caseta, cafetería y

ambulante según las características de su infraestructura.

#### Determinación de los alimentos más vendidos, clasificación y su precio.

Se determinaron los alimentos más vendidos y su precio por medio de entrevista a los encargados de los puntos de venta. Los alimentos se clasificaron utilizando el sistema NOVA (Ultraprocesados, procesados, con ingredientes procesados y sin procesar/mínimamente procesado). Además se clasificaron los alimentos según presencia de empaque comercial.

#### Determinación del valor nutritivo.

La cantidad de energía y macronutrientes en los alimentos se determinó por medio de la etiqueta nutricional de los productos empaquetados y para el caso de los alimentos que no contaban con ésta, se procedió a pesar cada alimento y se determinó por medio de la Tabla de Composición de Alimentos edición 2018 del INCAP.

#### Determinación del riesgo de contaminación de los alimentos vendidos.

Se determinó el riesgo de contaminación por medio de técnica observacional de algunos aspectos adaptados de las buenas prácticas de manufactura (BPM) y se evaluó por medio de una lista de cotejo.

#### Tabulación y análisis de datos.

Se utilizó Microsoft Excel 365, se determinó los 10 alimentos más vendidos a través de la moda estadística. Además, se utilizó la estadística descriptiva de frecuencias y porcentajes para determinar el nivel de riesgo de contaminación de los alimentos. Posteriormente, se determinó el porcentaje de cumplimiento, interpretando a través de la siguiente escala:

- 100% - 80%: Bajo riesgo de contaminación.
- 79% - 50%: Mediano riesgo de contaminación.
- < 50%: Alto riesgo de contaminación

## RESULTADOS

La tabla 1 muestra que la mayoría de los alimentos vendidos en seis hospitales públicos de Guatemala son ultraprocesados (61%), teniendo mayor disponibilidad en el Hospital Roosevelt y Hospital Infantil de Infectología y Rehabilitación, a diferencia del Hospital General Tipo 1 de Tecpán que se

presentan en menor porcentaje. Por otro lado, el 60% son alimentos envasados y el 38% de los puntos de venta son conocidos popularmente como "tiendas". Por último, el Hospital Roosevelt y el Hospital Infantil de Infectología y Rehabilitación

presentan la mayor cantidad de puntos de venta, en contraste con el Hospital General Tipo 1 de Tecpán que presenta la menor cantidad. Además, se observa que el tipo de punto de venta predominante es del tipo "tienda".

Tabla 1  
Porcentaje de alimentos vendidos según clasificación NOVA, envasado y tipo de punto de venta, dentro de seis hospitales públicos de Guatemala y sus alrededores.

Hospital	Clasificación NOVA			Total	Tipo de envasado			Total	Tipo de punto de venta			
	UP	Procesa	Sin Procesa		Sin envase	Con envase	Total		Casetaria	Cafeteria	Tienda	Ambulante
	*F (%)	F (%)	F (%)		F (%)	F (%)			F (%)	F (%)	F (%)	F (%)
Regional de Zacapa	38 (44)	1 (1)	48 (55)	87	42 (48)	45 (52)	87	1 (12.5)	1 (12.5)	2 (25)	4 (50)	8
Nacional de Chimaltenango	45 (86)	3 (6)	4 (8)	52	(38)	(62)	52	(22)	0 (0)	(33)	4 (45)	9
General Tipo 1 de Tecpán	16 (62)	0 (0)	(38)	26	(38)	(62)	26	(33)	0 (0)	(67)	0 (0)	3
Infantil de Infectología y Rehabilitación	86 (48)	16 (9)	78 (43)	180	83 (46)	97 (54)	180	(16)	5 (26)	(32)	5 (26)	19
Hospital Roosevelt												
Hospital General San Juan de Dios	38(64)	4(7)	17(29)	59	19(32)	40(68)	59	3(50)	1(17)	2(33)	0(0)	6
Promedio porcentual	61%	5%	35%		33%	60%		27%	11%	38%	24%	

UP= ultraprocesados. Procesa= procesado. Sin procesa= sin procesar. \*F: Frecuencia; %: Porcentaje

La tabla 2 muestra que los alimentos más vendidos son las bebidas carbonatadas de cola y los snacks de fritura de maíz.

Tabla 2

Los diez alimentos más vendidos en los puntos de venta dentro y en los alrededores de cada hospital.

Hospital	Diez alimentos más vendidos				
Hospital Regional deZacapa	1)	Snacks de fritura de maíz	6)	Tortillas	
	2)	Bebida carbonatada de cola	7)	Pan con frijol	
	3)	Agua pura	8)	Snacks de fritura de tortilla	
	4)	Pan con jamón	9)	Empanada de Frijol	
	5)	Bebida hidratante conazúcar	10)	Sopa de vaso	
Hospital Roosevelt y Hospital Infantil de Infectología y Rehabilitación	1)	Snacks de fritura de maíz	6)	Pan con jamón	
	2)	Snacks de fritura de papa	7)	Fruta picada	
	3)	Bebida carbonatada de cola	8)	Pan con frijol	
	4)	Agua pura	9)	Pan dulce	
	5)	Snacks de fritura de tortilla	10)	Bebida hidratante con azúcar	
Hospital General San Juande Dios	1)	Donas simples	6)	Sopa de vaso	
	2)	Pan con huevo y frijol	7)	Pan con jamón	
	3)	Bebida carbonatada de cola	8)	Snacks de fritura de papa	
	4)	Agua pura	9)	Snacks de fritura de maíz	
	5)	Bebida hidratante con azúcar	10)	Tortillas	
Hospital General Tipo 1 Tecpán	1)	Bebida carbonatada de cola	6)	Snacks de fritura de tortilla	
	2)	Pan dulce	7)	Variedad de jugo procesado	
	3)	Snacks de fritura de maíz	8)	Tortillas	
	4)	Snacks de fritura de papa	9)	Pan con jamón	
	5)	Bebida hidratante con azúcar	10)	Sopa de vaso	
Hospital Nacional de Chimaltenango	1)	Bebida carbonatada de cola	6)	Sopa de vaso	
	2)	Agua pura	7)	Variedad de jugo procesado	
	3)	Snacks de fritura de maíz	8)	Tortillas	
	4)	Snacks de fritura de papa	9)	Snacks de fritura de tortilla	
	5)	Bebida hidratante con azúcar	10)	Pan dulce	

La tabla 3 evidencia que el precio de los diez alimentos más vendidos no supera los Q10.00, siendo Q8.00 el valor máximo para la bebida hidratante saborizada con azúcar y el pan con jamón.

Tabla 3  
Precio de los diez alimentos más vendidos dentro y en los alrededores de seis hospitales públicos de Guatemala.

No.	Alimento	Precio (Q)	Clasificación NOVA
1	Bebida carbonatada de cola	5.00	Ultraprocesado
2	Snacks de fritura de maíz	1.00	Ultraprocesado
3	Bebida hidratante saborizada con azúcar	8.00	Ultraprocesado
4	Snacks de fritura de tortilla	4.00	Ultraprocesado
5	Snacks de fritura de papa	5.00	Ultraprocesado
6	Agua pura	3.00	Mínimamente procesado
7	Pan con Jamón	8.00	Procesado
8	Pan dulce	0.50	Procesado
9	Tortillas	3x1.00	Procesado
10	Sopa deshidratada de vaso	5.00	Ultraprocesado

En la tabla 4 se puede observar que la sopa deshidratada de vaso fue el alimento que aporta mayor cantidad de energía (kilocalorías) y carbohidratos, los snacks de fritura de tortilla los que aportan mayor cantidad de grasas y el pan con jamón el alimento que aporta mayor cantidad de proteína.

Tabla 4  
Valor nutritivo por peso neto de los diez alimentos más vendidos dentro y en los alrededores de seis hospitales públicos de Guatemala.

Alimento	Peso Neto	Energía(kcal)	Proteína (g)	Carbohidratos (g)	Grasas(g)
Bebida carbonatada de cola	355 ml	149	0	38	0
Snacks de fritura de maíz	23 g	140	2	12	9
Bebida hidratante con azúcar	600 ml	150	0	35	0
Snacks de fritura de tortilla	45 g	237	3	25.5	13.5
Snacks de fritura de papa	35 g	152	2.3	25.6	4.6
Agua pura	600 ml	0	0	0	0
Pan con Jamón	108 g	260	15.3	24.67	11.45
Pan dulce	36 g	136	2.48	23.53	3.53
Tortillas	31 g	41.85	0.98	9.89	0.39
Sopa deshidratada de vaso	75 g	340	8	47	13

La tabla 5 muestra un mayor incumplimiento en el uso de cofia y mascarilla en los vendedores que preparaban alimentos, seguido por la facilidad de limpieza en la infraestructura y la presencia de insectos en el punto de venta. En cuanto a los establecimientos, los puntos de venta de alimentos ubicados en el Hospital Nacional de Chimaltenango presentaron mayor riesgo de contaminación seguido por los hospitales Roosevelt e Infantil de Infectología y Rehabilitación, opuestamente al Hospital General Tipo I de Tecpán, el cual tiene el menor riesgo de contaminación.

Tabla 5  
Nivel de riesgo de contaminación según nota porcentual promedio de los puntos de venta por hospital

Aspectos evaluados	Hospitales					Promedio
	General San Juan de Dios	Roosevelt e Infantil de Infectología y Rehabilitación	General Tipo I de Tecpán	Nacional de Chimaltenango	Regional de Zacapa	
	Porcentaje %- (Interpretación del nivel de riesgo de contaminación)					
Uno <sup>1</sup>	100 (Bajo)	74 (Mediano)	100 (Bajo)	17 (Alto)	86 (Bajo)	75 (Mediano)
Dos <sup>2</sup>	100 (Bajo)	40 (Alto)	100 (Bajo)	0 (Alto)	71 (Mediano)	62 (Mediano)
Tres <sup>3</sup>	0 (Alto)	55 (Mediano)	100 (Bajo)	0 (Alto)	28 (Alto)	37 (Alto)
Cuatro <sup>4</sup>	50 (Mediano)	27 (Alto)	0 (Alto)	0 (Alto)	43 (Alto)	24 (Alto)
Cinco <sup>5</sup>	50 (Mediano)	53 (Mediano)	100 (Bajo)	33 (Alto)	57 (Mediano)	59 (Mediano)
Seis <sup>6</sup>	0 (Alto)	58 (Mediano)	100 (Bajo)	0 (Alto)	28 (Alto)	37 (Alto)
Siete <sup>7</sup>	100 (Bajo)	42 (Alto)	100 (Bajo)	0 (Alto)	100 (Bajo)	68 (Mediano)
Promedio	57 (Mediano)	50 (Mediano)	86 (Bajo)	7 (Alto)	59 (Mediano)	

<sup>1</sup>Uno. Los alimentos preparados se encuentran cubiertos, no se encuentran expuestos al suelo, aire y/o agua.

<sup>2</sup>Dos. El punto de venta cuenta con suministro de agua para lavar los utensilios.

<sup>3</sup>Tres. El punto de venta se encuentra en buenas condiciones, cuenta con superficies lisas y fáciles de limpiar. Además, presenta zonas para almacenar productos de limpieza y una correcta ventilación.

<sup>4</sup>Cuatro. El personal del punto de venta que prepara los alimentos usa cofia y mascarilla.

<sup>5</sup>Cinco. El punto de venta cuenta con equipos para mantener los alimentos a temperatura adecuada.

<sup>6</sup>Seis. En el punto de venta no se evidencia presencia de insectos (moscas, cucarachas, etc.).

<sup>7</sup>Siete. El punto de venta cuenta con área para desechos alimenticios (basureros alejados del área de preparación de alimentos).

## DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio revelan que el tipo de venta de alimentos más común de los seis hospitales evaluados fue el conocido como "tienda". Las cuales se caracterizan por ser microempresas con venta al menudeo de alimentos de bajo precio (procesados/ultraprocesados) (Orozco, 2016). El punto de venta menos común fueron las cafeterías las cuales se caracterizan por vender preparaciones de alimentos caseros y de mayor precio, debido a que ofrecen menús completos y en ocasiones, balanceados.

El 61% de los alimentos vendidos, dentro y en los alrededores de seis hospitales públicos de Guatemala, son ultraprocesados y el 60% son envasados. Se considera el consumo de estos alimentos como parte de la transición nutricional de la población guatemalteca, ya que ocurre una sustitución de la alimentación tradicional por una alimentación hipercalórica con exceso de grasas y azúcares en medio de cambios económicos, demográficos, sociales y de salud (De la Cruz, 2016). Estos resultados concuerdan con lo expuesto por el estudio de Ribeiro y Silva (2021), donde se observó que la disponibilidad de los alimentos en los hospitales encuestados no promovía la alimentación saludable, ya que encontraron variedad de alimentos y bebidas ultraprocesados.

A la vez, se observó que la mayoría (60%) de los diez alimentos más vendidos en los diferentes puntos de venta de los seis hospitales públicos de Guatemala son ultraprocesados, lo que implica que sean de baja calidad nutritiva y aporten exceso de azúcares simples, grasas saturadas y sodio. El consumo excesivo de estos alimentos se relaciona con el riesgo de presentar "hambre oculta" por la carencia de micronutrientes, así como sobrepeso y obesidad, provocando un aumento de morbilidad y mortalidad ocasionado por el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas (Meza, Nuñez y Maldonado, 2018). Estos datos concuerdan con las características de la transición nutricional de una población, se observa una reducción en el consumo de alimentos frescos consecuente al aumento de la disponibilidad de los alimentos procesados/ultraprocesados de bajo costo.

Por consiguiente, se puede observar que los precios de los alimentos sin procesar (excepto el agua pura) y con mayor calidad nutritiva son más elevados que los precios de los alimentos ultraprocesados. Esta situación favorece la selección de estos alimentos de menor valor nutricional por grupos de nivel socioeconómico más bajo (Darmon y Drewnowski, 2015). Este resultado es similar con el estudio realizado por Cano, 2020 en Guatemala, quien refiere que los alimentos tradicionales han sido sustituidos por ultraprocesados porque su precio es menor y es más rápida su preparación.

Con relación al valor nutritivo, la sopa deshidratada de vaso presenta la mayor cantidad de calorías y carbohidratos y el snack de fritura de tortilla aporta la mayor cantidad de grasa en comparación con el alimento con menor procesamiento (pan con jamón), el cual contiene mayor aporte de proteína y una menor cantidad de calorías, carbohidratos y grasas. Esto se relaciona con que los alimentos ultraprocesados poseen un valor nutricional limitado como es el caso de los alimentos tipo snack que presentan un alto contenido de materia grasa con valores cercanos a 25g por 100g del alimento, además de tener bajo contenido de proteína y fibra dietética total. Cabe mencionar que, a mayor grado de procesamiento, menor es el perfil nutricional (Luiten et al, 2016; Zamorano, Guzmán e Ibáñez, 2010; Orjuela, 2017).

En cuanto a los alimentos más vendidos, se obtuvo a la bebida carbonatada de cola y los snack de fritura de maíz en todos los hospitales, lo que concuerda con la canasta básica de alimentos en donde se puede resaltar que se incluyen las aguas gaseosas y las sopas instantáneas como parte de la dieta de los guatemaltecos, los cuales aportan una gran cantidad de calorías vacías y azúcares a la dieta del consumidor, siendo esto contraproducente para la calidad nutricional. Estos resultados se relacionan con un estudio prospectivo en México por Caravalí, Jiménez y Bacardí (2016) en donde se observó que la población prefiere consumir una mayor cantidad de bebidas con elevado contenido calórico, siendo un factor de riesgo alimentario que puede contribuir al sobrepeso y la obesidad por el alto consumo de azúcares (Instituto Nacional de Estadística, 2022).

Con relación al riesgo de contaminación, los mayores incumplimientos fueron la facilidad de limpieza en la infraestructura y el uso de cofia y mascarilla en el personal responsable de preparar los alimentos. Estos hallazgos son similares a la descripción de la revista "Promesas y desafíos del sector alimentario informal en países en desarrollo" realizado por la FAO en el 2007, en donde describieron deficiencia en zonas de almacenamiento de alimentos y la presencia de insectos y plagas, lo que dificulta garantizar la inocuidad de los alimentos.

## REFERENCIAS

- Allan, J. y Powell, D. (2020). Prompting consumers to make healthier food choices in hospitals: a cluster randomized controlled trial. UK: International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. Recuperado de: <https://doi.org/10.1186/s12966-020-00990-z>
- Cano, P. (2020). "Ultraprocesados" también se extienden como una pandemia que nos está matando. Enfoque, 13(67), 1-25.
- Caravalí-Meza, Nuris Yohana, Jiménez-Cruz, Arturo, & Bacardí-Gascón, Montserrat. (2016). Estudio prospectivo sobre el efecto del consumo de bebidas azucaradas sobre la obesidad en un periodo de 12 meses en mexicanos de 15 a 19 años. Nutrición Hospitalaria, 33(2), 270-276. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.102>
- Darmon, N., Drewowski, A. (2015). Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities in diet quality and health: a systematic review and analysis. Nutrition Reviews, 73(10), 643-660.
- De la Cruz, E. (2016). La transición nutricional. Abordaje desde las políticas públicas en América Latina. Opción, 32(11), 379-402.
- FAO y OPS. (2017). Manual para Manipuladores de Alimentos. Washington, D.C: OPS
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2020). Panorama de la seguridad alimentaria y nutrición en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2007). Promesas y desafíos del sector alimentario informal en países en desarrollo. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/a1124s/a1124s00.pdf>
- Instituto Nacional de estadística. (2022). Canasta básica alimentaria y ampliada. Recuperado de: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2022/03/07/20220307142914FaXwFKh8NYNiFivgBo98JEbaVMRUhaFG.pdf>
- Luiten, C., Steenhuis, I., Eyles, H., Ni Mhurchu, C., & Waterlander, W. (2016). Ultra-processed foods have the worst nutrient profile, yet they are the most available packaged products in a sample of New Zealand supermarkets. Public Health Nutrition, 19(3), 530-538. doi:10.1017/S1368980015002177
- Meza, E., Nuñez, B. E., y Maldonado, O. (2018). Evaluación de la composición nutricional de alimentos procesados y ultraprocesados de acuerdo con el perfil de alimentos de la Organización Panamericana de la Salud, con énfasis en nutrientes críticos. Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud, 16(1), 54-63.
- Murphy, T. (2017). The role of food in hospitals. HealthCareCAN, 1-16.
- Namugumya, B. y Muyanga, C. (2011). Contribution of street food to the dietary needs of street food vendors in Kampala, Jinja and Masaka districts. Uganda. Public Health Nutrition, 15(8), 1503-1511.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-. (2017). El consumo de productos ultraprocesados aumenta en Guatemala. Recuperado de: <https://www.fao.org/guatemala/noticias/detail-events/es-/c/854050/#:~:text=El%20consumo%20de%20productos%20ultraprocesados%20aumenta%20en%20Guatemala,4%2F03%2F2017&text=Los%20patrones%20de%20consumo%20han,y%20mujeres%20en%20edad%20f%C3%A9rtil>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Inocuidad de los Alimentos. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety#:~:text=Los%20pa%C3%ADses%20genos%20de%20transmis%C3%B3n>
- Orjuela, R. (2017). ¿Qué es la comida chatarra? Bogotá: Asociación Colombiana de Educación al Consumidor.
- Orozco, I. (2016). El franquiciamiento como modelo de negocios para tiendas de barrio de emprendedores de Momostenango, ubicadas en la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez y la cabecera municipal de San Marcos; del departamento de San Marcos. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala., San Marcos.
- Popkin, B; Adair, L. & Wen, S. (2012). Now and then: The Global Nutrition Transition: The Pandemic of Obesity in Developing Countries. Nutr Rev, 70(1), 3-21.

Ribeiro, M., Ribeiro, I. y Silva, D. (2021). Evaluation of the food environment of public hospitals in a Brazilian metropolis. *Public Health Nutrition*, 24(18), 6477-6487.  
doi:10.1017/S1368980021003992

Sadaf, S., Malik, A., Bilal, A., & Saeed, A. (2018). Patient satisfaction regarding food and nutrition care in hospitals of Lahore, Pakistan. *Prog Nutr*, 20, 248- 256.

Sistema de la Integración Centroamericana (2022). Informe del Análisis de Inseguridad Alimentaria Aguda de la CIF, Guatemala. Marzo 2022-febrero 2023. Recuperado de:[https://www.sica.int/documentos/informe-del-analisis-de-inseguridad-alimentaria-aguda-de-la-cif-guatemala-marzo-2022-febrero-2023\\_1\\_130111.html](https://www.sica.int/documentos/informe-del-analisis-de-inseguridad-alimentaria-aguda-de-la-cif-guatemala-marzo-2022-febrero-2023_1_130111.html)

Zamorano R, Marcela, Guzmán C, Ernesto, & Ibáñez, Jorge. (2010). Estudio del consumo y aporte nutricional de bocadillos en escolares de la región metropolitana de chile. *Revista chilena de nutrición*, 37(4), 439-445. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182010000400004>

---

# **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PRÁCTICAS DE HIGIENE EN EL ALMACENAMIENTO, PREPARACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE FÓRMULAS NUTRICIONALES EN CUATRO HOSPITALES PÚBLICOS DE GUATEMALA.**

---

Andrea Paola Diéguez Herrera <sup>1</sup>,  
Dulce María Molina Gómez <sup>1</sup>, Ana  
Lucia García Silva <sup>1</sup>, Ana Belén  
Rodríguez Stuhlhofer <sup>1</sup>, MSc Claudia  
G. Porres Sam<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiantes del Ejercicio Profesional  
Especializado de Servicios de Nutrición.

<sup>2</sup> Ejercicio Profesional Especializado de  
Nutrición. Programa de Experiencias Docentes  
con la Comunidad -EDC-

## **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue evaluar el cumplimiento de las buenas prácticas de higiene durante el almacenamiento, preparación y distribución de fórmulas nutricionales elaboradas en los Hospitales Nacionales Roosevelt, Chimaltenango, El Progreso y Hospital Pedro de Bethancourt. Las prácticas de higiene son necesarias para lograr la inocuidad en la producción de alimentos y evitar las enfermedades de transmisión alimentaria. Se realizaron tres evaluaciones con técnica observacional por institución. Se registraron los datos en un formulario de 30 ítems divididos entre los parámetros de almacenamiento, preparación y distribución de fórmulas nutricionales con base en las directrices del documento "Preparación, almacenamiento y manipulación en condiciones higiénicas de preparaciones en polvo para lactantes" de la Organización Minimalismo de la Salud -OMS-. Se consideró "aceptable" un porcentaje de cumplimiento mayor a 90% en cada parámetro. Para complementar la información, se realizó un análisis interno y externo de cada unidad para identificar las fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades.

Respecto al parámetro de almacenamiento, se observó que el Hospital Roosevelt cumplió al 100%. Los Hospitales de Chimaltenango, El Progreso y Pedro de Bethancourt obtuvieron resultados menores del 90%, lo que se interpreta como "no aceptables". En el parámetro de preparación, ninguno de los hospitales evaluados alcanzó un porcentaje de cumplimiento "aceptable". Por otro lado, en el parámetro de distribución, se observó que el Hospital Pedro de Bethancourt cumplió con el 93%. Los hospitales Roosevelt, Chimaltenango y El Progreso obtuvieron resultados "no aceptables".

Palabras clave: fórmulas nutricionales, higiene, preparación, hospitalario

## INTRODUCCIÓN

La alimentación que brindan los servicios de nutrición de los hospitales representa un pilar fundamental en la recuperación y/o mantenimiento de la salud del paciente hospitalizado, cuando se habla de inocuidad, se piensa en un alimento que no representa ningún riesgo para la salud humana, lo cual indudablemente está ligado al término calidad (Marteau, 2017).

Como parte del tratamiento que reciben ciertos pacientes en los hospitales se les proporciona fórmulas enterales para la recuperación nutricional. Para brindar una buena calidad de fórmulas enterales es vital realizar adecuadamente las prácticas de higiene, lo que ayudará a obtener un producto inocuo y equilibrado en nutrientes (Arango, 2021).

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el cumplimiento de las buenas prácticas de higiene durante el almacenamiento, preparación y distribución de fórmulas nutricionales elaboradas en los Hospitales Nacionales Roosevelt, Chimaltenango, El Progreso y Hospital Pedro de Bethancourt. Estas, son de gran importancia para que los manipuladores de alimentos eviten la contaminación y prevengan la propagación de virus y otras enfermedades de transmisión alimentaria, en su defecto, las consecuencias pueden ser graves para la salud de los consumidores, siendo en el área hospitalaria pacientes de los servicios de neonatos, pediatría y adultos nutricionalmente comprometidos.

Se utilizó un instrumento de evaluación de 30 enunciados, analizados por medio de codificación, la evaluación se realizó durante la semana del 10 al 14 de abril del año 2023 en: Hospital Roosevelt, el Hospital Nacional de Chimaltenango, Hospital de El Progreso y Hospital Pedro de Bethancourt.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de estudio

Estudio descriptivo, de corte transversal y cuantitativo

### Métodos

#### Selección y determinación de la muestra.

No probabilística por conveniencia, fueron tres evaluaciones para el almacenamiento, preparación y distribución de las fórmulas nutricionales de los Hospitales Roosevelt, Nacional de El Progreso, Nacional de Chimaltenango y Pedro de Bethancourt.

#### Evaluación de la calidad de las prácticas de higiene.

Se utilizó un formato de evaluación de 30

enunciados, siendo la codificación de "1" su cumplimiento; el enunciado "0" incumplimiento. Se sumó el resultado y se calculó el porcentaje de cumplimiento. El formato fue realizado con base en el documento de "Directrices para la preparación, almacenamiento y manipulación en condiciones higiénicas de preparaciones en polvo para lactantes" elaborado por la Organización Mundial de la Salud -OMS-, 2007. Se determinó la calidad de las prácticas de higiene en la almacenamiento, preparación y distribución de las fórmulas nutricionales por medio de técnica observacional.

#### Comparación de las prácticas de higiene.

Se realizó la comparación de los porcentajes de cumplimiento de almacenamiento, preparación y distribución, además del porcentaje general de los 3 diferentes parámetros entre los hospitales evaluados.

#### Identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Se identificó las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas -FODA- (análisis interno y externo), por medio de entrevista a la nutricionista a cargo del laboratorio dietoterapéutico de cada hospital. En el caso del hospital del El Progreso se entrevistó a la gerente administrativa.

#### Análisis de datos.

Los resultados obtenidos fueron clasificados en aceptable si el porcentaje está entre el rango de 90-100% y si es menor del 90% se interpretó como inaceptable el cumplimiento de las prácticas de higiene en el almacenamiento, preparación y distribución de fórmulas nutricionales.

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 1

*Porcentaje de cumplimiento de las prácticas de higiene recomendadas por la OMS en el almacenamiento, preparación y distribución de fórmulas nutricionales en los hospitales Roosevelt, Nacional de Chimaltenango, El Progreso y Pedro de Bethancourt*

Proceso evaluado	Aspecto evaluado recomendado por la OMS <sup>1</sup>	Porcentaje del cumplimiento por hospital				$\bar{x}$ total por aspecto y proceso
		Roosevelt	Nacional de Chimaltenango	El Progreso	Pedro de Bethancourt	
Almacenamiento	Se limpia y desinfecta la lata al ingresar al servicio.	100	100	100	0	75
	Se almacena la lata en un área fresca y seca.	100	100	100	100	100
	Se almacena la lata en un área fresca y seca después de ser utilizada.	100	100	100	100	100
	Las latas se mantienen en orden y son utilizadas según fecha de caducidad próxima.	100	100	100	100	100
	Al abrir una lata se coloca fecha de apertura.	100	0	100	33	58
	Tomas realizadas con antelación y previamente enfriadas, se guardan en frigorífico a temperatura no mayor a los 5 °C durante un máximo de 24 horas.	100	0	NA	100	67
	La temperatura del frigorífico se supervisa cada día.	100	0	100	100	75
	El área de almacenamiento es exclusivamente para las fórmulas preparadas.	100	100	100	100	100
<b>Promedio del porcentaje de cumplimiento de almacenamiento</b>		100	63	85	79	82
<b>Interpretación</b>		aceptable	no aceptable	no aceptable	no aceptable	no aceptable

Porcentaje del cumplimiento por hospital						$\bar{x}$ total por aspecto y proceso
Proceso evaluado	Aspecto evaluado recomendado por la OMS <sup>1</sup>	Roosevelt	Nacional de Chimaltenango	El Progreso	Pedro de Bethancourt	
Preparación	Se limpia y desinfecta la superficie antes y después de preparar la fórmula nutricional.	100	100	66	100	92
	El personal no utiliza maquillaje o esmalte	100	66	100	33	75
	Se lavan las manos con agua y jabón y se secan con un paño limpio o un paño de un solo uso	100	100	33	66	75
	El personal utiliza el pelo recogido y mascarilla en todo momento durante la preparación de fórmulas.	100	100	100	100	100
	Se esteriliza el agua antes de utilizarse en la preparación de fórmulas. Si se prepara un lote en un recipiente grande, éste habrá sido limpiado y esterilizado. No tendrá más de 1 litro de capacidad, estará fabricado con un material compatible con los alimentos y soportará líquidos calientes.	0	100	100	100	75
	Se añade al agua la cantidad exacta de fórmula nutricional que se indica según las instrucciones de la etiqueta u órdenes nutricionales.	66	100	100	100	92
	Si se usan biberones: se ensamblarán las piezas limpias y esterilizadas de los biberones de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se agitarán o moverán suavemente hasta que el contenido esté perfectamente mezclado, cuidando de evitar las quemaduras.	100	NA	100	100	100
	Si se utilizan tazas: se mezclarán perfectamente los ingredientes removiendo con una cuchara limpia y esterilizada.	100	100	100	100	100
	Se desecha inmediatamente toda que no haya sido consumida por el paciente.	66	100	100	100	92
	Se calienta en el baño maría la toma por no más de 15 minutos.	0	0	NA	0	0
	Se agita de vez en cuando la toma en su recipiente cubierto durante el calentamiento para cerciorarse de que el contenido se caliente uniformemente.	0	0	NA	66	22

		Porcentaje del cumplimiento por hospital				$\bar{x}$ total por aspecto y proceso
Proceso evaluado	Aspecto evaluado recomendado por la OMS <sup>a</sup>	Roosevelt	Nacional de Chimaltenango	El Progreso	Pedro de Bethancourt	
Preparación	No se utilizan hornos microondas para recalentar la toma.	100	0	100	100	75
	<b>Porcentaje de cumplimiento de preparación</b>	69	69	90	80	78
	<b>Interpretación</b>	No aceptable	No aceptable	Aceptable	No aceptable	No aceptable
Distribución	El personal no utiliza maquillaje o esmalte de uñas en ningún momento durante la distribución de fórmulas.	100	66	100	33	75
	El personal utiliza el pelo recogido y mascarilla en todo momento.	100	100	100	100	100
	Las tomas se encuentran frías (menor a 5°C) antes de transportarlas.	66	0	0	100	42
	Se transportan la toma cubierta y fría hasta su destino.	100	0	0	100	50
	Las tomas son transportadas inmediatamente después de la preparación.	100	0	100	100	75
	Si el transporte tarda más de 30 minutos se utiliza bolsa de frío o refrigeración.	0	0	0	0	0
	Si se transportan las fórmulas por medio de bolsas de frío estas son utilizadas en un plazo menor a 24 horas.	NA	NA	NA	NA	NA
	Se cumple con el horario de entrega sin dejar fórmulas preparadas, fuera por mucho tiempo.	100	0	100	100	75
	Las tomas que no se sirven en las siguientes 2 horas de preparación son refrigeradas (menor a 5°C).	100	0	100	100	75
	Se desechan las tomas no consumidas en las siguientes 2 horas de preparación (no conservadas en refrigeradora)	100	0	100	100	75
	<b>Porcentaje de cumplimiento de distribución</b>	85	18	66	82	74
	<b>Interpretación</b>	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable	No aceptable
	<b>Porcentaje de cumplimiento TOTAL</b>	85	48	79	80	73

Nota:  $\bar{x}$  = promedio, NA = No aplica

Las tablas 2, 3, 4 y 5 presentan los resultados del análisis interno y externo: fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas identificados en laboratorio dietoterapéutico del Hospital Roosevelt, Hospital Nacional de Chimaltenango, de El Progreso y Pedro de Bethancourt.

Tabla 2  
Análisis FODA del Laboratorio dietoterapéutico del Hospital Roosevelt

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
La mayoría del personal cumple con los aspectos en el almacenamiento.	Gestión de compra de bolsas de frío a través de la jefa del Departamento de Alimentación y Nutrición para el transporte de fórmulas.
El personal cumple con la mayoría de los aspectos evaluados de preparación y distribución de fórmulas nutricionales.	Gestión de compra a través de la jefa del Departamento de Alimentación y Nutrición, para una pesa con sensibilidad de 0.1 g.
El personal del laboratorio dietoterapéutico recibe capacitaciones de forma constante.	Apoyo de otros hospitales para donar fórmulas nutricionales.
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
La mayoría del personal no cumple con utilizar botes de preparación menores o iguales a un litro de capacidad.	Las lluvias persistentes en el área de la ciudad de Guatemala, provocan inundaciones en los alrededores del laboratorio dietoterapéutico.
La mayoría de las veces no se desecha inmediatamente las fórmulas nutricionales no consumidas por el paciente.	
No se cumple el calentamiento a baño maría por 15 minutos, siendo algunas veces más tiempo y otras menos.	
La ubicación del laboratorio dietoterapéutico es foco de contaminación debido a la inundación por lluvias.	
No hay un mantenimiento constante de equipo (pesa y autoclave) debido a la falta de asistencia del personal de mantenimiento.	

Tabla 3  
Análisis FODA del Laboratorio dietoterapéutico del Hospital Nacional de Chimaltenango.

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<p>La mayoría del personal de laboratorio dietoterapéutico presenta una actitud positiva ante las capacitaciones.</p> <p>El personal de laboratorio dietoterapéutico cumple con la mayoría de los aspectos evaluados en el parámetro de preparación.</p> <p>El personal de laboratorio cumple con el cabello recogido y el uso de mascarilla durante el almacenamiento, preparación y distribución de fórmulas.</p>	<p>Solicitud de la construcción de un módulo específico para alimentación especializada dentro del hospital.</p>
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<p>No se cuenta con las instalaciones eléctricas necesarias para el funcionamiento de todos los aparatos del laboratorio.</p> <p>No se cuenta con papel de un solo uso para el correcto secado de manos.</p> <p>El área donde se encuentra ubicado el laboratorio dietoterapéutico puede ser fuente de contaminación. Falta de equipo como termómetros y refrigeradoras específicas para almacenamiento de fórmulas nutricionales.</p>	<p>El agua que abastece al hospital no es potable, por lo que puede ser fuente de contaminación.</p>

Tabla 4  
Análisis FODA del Laboratorio dietoterapéutico del Hospital de El Progreso

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<p>El personal presenta excelente actitud ante las capacitaciones. Se cuenta con personal capacitado y eficiente.</p> <p>El personal tiene un alto cumplimiento de normas y buenas prácticas de manufactura.</p>	<p>Adquisición a través de donación de equipo nuevo para la elaboración de fórmulas.</p>
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
<p>La mayoría del personal no limpia y desinfecta la superficie antes y después de preparar la fórmula nutricional debido a la escasa obtención de material de limpieza.</p> <p>Carenza de equipo necesario para realizar la preparación de fórmulas.</p> <p>No disponen de un espacio necesario para realizar las actividades de forma inocua en el laboratorio.</p>	<p>El agua del hospital no es potable.</p> <p>La alta temperatura en la región afecta el óptimo estado de la fórmula.</p> <p>No se ha contratado a la profesional en nutrición para ocupar la plaza vacante.</p>

Tabla 5  
Análisis FODA del Laboratorio dietoterapéutico del Hospital Pedro de Bethancourt

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
El personal mantiene la mayoría del tiempo un buen control de las temperaturas de las fórmulas nutricionales durante el almacenamiento y distribución.	El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social apoya con la disposición de fórmula F75 y F100.
Se limpia y desinfecta la superficie antes y después de preparar la fórmula nutricional.	
El personal utiliza el pelo recogido y mascarilla en todo momento durante la preparación y distribución de fórmulas.	
El personal utiliza el pelo recogido y mascarilla en todo momento durante la preparación y distribución de fórmulas.	
El personal es consciente de la importancia de desechar inmediatamente toda preparación reconstituida que no haya sido consumida por el paciente.	
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>
No se limpian y desinfectan las latas antes de entrar al laboratorio dietoterapéutico para el almacenamiento.	Cortes de agua y luz recurrentes dentro de la aldea de San Felipe afectan a todo el Hospital Pedro de Bethancourt.
No se mezclan los ingredientes con una cuchara esterilizada, únicamente limpia, durante la preparación.	
La mayoría de las veces el personal no cumple con las revisiones de temperatura durante la preparación	
La mayoría del personal usa maquillaje y aretes dentro del laboratorio dietoterapéutico.	
La ubicación del laboratorio puede ser fuente de contaminación por compartir espacio con el servicio de alimentación.	

## DISCUSIÓN

Al comparar las prácticas de higiene realizadas en los laboratorios de los cuatro hospitales evaluados con las directrices de la Organización Mundial de la Salud -OMS-, se determinó que los aspectos del almacenamiento de fórmulas tuvieron un mayor cumplimiento, seguido de los procesos en la

preparación y distribución. Al analizar estos datos con los resultados del FODA, se puede considerar que las debilidades reportadas en las instalaciones del laboratorio y la escasez en el equipo y material pudieron influir en el bajo cumplimiento de algunos aspectos, principalmente en la distribución de

fórmulas nutricionales. Asimismo, se debe considerar que, aunque los cuatro hospitales reportan capacitaciones al personal, aún se reportan deficiencias en el cumplimiento de aspectos de higiene personal, tal como el no uso de maquillaje en los hospitales nacionales de Chimaltenango y Pedro de Bethancourt.

En general, el Hospital Roosevelt obtuvo mayor nivel promedio en el cumplimiento de los aspectos evaluados en el almacenamiento, preparación y distribución de fórmulas nutricionales en comparación con el hospital Pedro de Bethancourt, El Progreso y Chimaltenango. Este resultado pudo haber sido influenciado porque este hospital es de referencia nacional, así que se encuentra localizado en Ciudad de Guatemala y se espera que reciba mayor cantidad de recursos. Aun así, es importante resaltar sobre la necesidad de apoyar a todo centro de salud para que puedan brindar servicios con calidad.

Los turnos de fin de semana o los turnos vespertinos y nocturnos no fueron tomados en cuenta para las evaluaciones realizadas en el presente estudio, por lo que se considera una limitante de la investigación. Se considera que, durante estos turnos, podrían disminuir los niveles de cumplimiento de los aspectos evaluados. Además, la administración de fórmula nutricional a los pacientes. Este dato enriquecería la calidad del servicio prestado por los departamentos de nutrición.

Es importante seguir evaluando la calidad del almacenamiento, preparación y distribución de los hospitales y realizar gestiones para el mejoramiento de las instalaciones, equipo y materiales necesarios para los laboratorios responsables de la producción de fórmulas nutricionales.

## REFERENCIAS

- Arango, G. (2021). Propuesta de protocolo para el funcionamiento de la unidad de soporte nutricional enteral del centro de recuperación nutricional (CRN) del hospital de la familia, nuevo progreso, san marcos, Guatemala 2020. (Tesis de grado). Universidad Rafael Landivar. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/09/15/Arango-Gabriela.pdf>
- Fernández, N., De Bejarano, S. C., Estigarribia, G., Ortiz, A., & Ríos, P. B. (2018). Condiciones higiénico-sanitarias basadas en las cinco claves de la OMS de los servicios de alimentación de hospitales del departamento de Caaguazú, Paraguay.
- Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud. [https://doi.org/10.18004-mem.iics/1812-9528/2018.016\(02\)21-031](https://doi.org/10.18004-mem.iics/1812-9528/2018.016(02)21-031)
- García, L. (2015). Determinación del grado de inocuidad de fórmulas y alimentos elaborados en áreas de preparación en centros de recuperación nutricional. Estudio realizado en los departamentos de Chiquimula, Jutiapa y Santa Rosa. Guatemala. Marzo-Julio 2015. (Tesis de grado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/09/15/Garcia-Linda.pdf>
- Jauregui, A. (2022). Contaminación en la leche de biberones por las técnicas de preparación empleadas. Revista de Investigaciones Científicas de la Universidad de Morón. (10), 29-43. Recuperado de <https://repositorio.unimoron.edu.ar/handle/10.34073/289>
- Kennedy, C., Estigarribia, G., Ríos, L., Ortiz, A., y Sanabria, L. (2021). Calidad microbiológica de las fórmulas enterales y las superficies de una unidad de cuidados intensivos. Revista Chilena de Nutrición, 46(6), doi: 10.4067/S0717-75182021000600874
- Losio, M. N., Pavoni, E., Finazzi, G., Agostoni, C., Daminelli, P., Dalzini, E., Varisco, G., & Cinotti, S. (2018). Preparation of Powdered Infant Formula: Could Product's Safety Be Improved? Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition, 67(4), 543-546. <https://doi.org/10.1097/m-pg.0000000000002100>
- Marteau, S. (2017). Implementación de un sistema de gestión de seguridad alimentaria en un centro de elaboración de fórmulas lácteas infantiles de un Hospital público pediátrico de alta complejidad. Revista Ingeniería Industrial, 16(2), 185-204
- Márquez, M., Hernández, A., Echeverría, J., & Tejada, O. (2019). Contaminación microbiológica en fórmulas infantiles en polvo en hospitales de Honduras. Revista Chilena de Nutrición. 46(5). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000500571>
- Mejía, E. (2018). Planificación de la unidad de soporte nutricional del departamento de alimentación y nutrición del Centro de Atención Nutricional (CAUN), San Felipe, Retalhuleu, Guatemala, 2018 (Tesis de Grado). Universidad Rafael Landivar, Guatemala. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/09/15/Mejia-Evelin.pdf>

Nuñez, I. (2019). Evaluación inicial sobre las prácticas de higiene de las manos en el Hospital Juan Cardona. <http://hdl.handle.net/2183/23462>

Organización Mundial de la Salud. (2007). Preparación, almacenamiento y manipulación en condiciones higiénicas de preparaciones en polvo para lactantes : directrices. Recuperado de [https://apps.who.int/iris/bitstream/hand le/10665/43660/9789243595412\\_spa.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43660/9789243595412_spa.pdf?sequenc e=1&isAllowed=y)

Perego, L., y Gaillard, M. (2020). Alérgenos en la elaboración de fórmulas lácteas infantiles en los hospitales públicos. Revista Hospital de Niños Ricardo Gutierrez, 276(62), 22-27.

Strysko, J., Cope, J. R., Martin, H., Tarr, C., Hise, K., Collier, S., & Bowen, A. (2020). Food Safety and InvasiveCronobacterInfections during Early Infancy, 1961–2018. *Emerging Infectious Diseases*, 26(5), 857-865. <https://doi.org/10.3201/eid2605.190858>

Torres, Jairo, Voisier, Andres, Berríos, Ingrid, Pitto, Nicole, & Durán Agüero, Samuel. (2018). Conocimiento y aplicación en prácticas higiénicas en la elaboración de alimentos y auto- reporte de intoxicaciones alimentarias en hogares chilenos. *Revista chilena de infectología*, 35(5), 483-489. <https://dx.doi.org/10.4067/s0716-10182018000500483>

---

# **DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PREFERENCIA DE PRODUCTOS NO PARETO DE UNA EMPRESA DE CONSERVAS Y CONGELADOS**

---

Susan Alexandra Martínez Vásquez<sup>1</sup>,  
Msc. Claudia Gabriela Porres Sam<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante del Ejercicio Profesional

Especializado de Ciencias de Alimentos

<sup>2</sup> Ejercicio Profesional Especializado de  
Nutrición. Programa de Experiencias Docentes  
con la Comunidad -EDC-

## **RESUMEN**

En la industria de alimentos es importante reconocer cuales son los productos que generan menores y mayores ganancias en ventas, para ello es aplicable el principio “Pareto”. Este refiere que el 20% de los productos del catálogo, representa el 80% de los ingresos de una empresa, mientras que los “no Pareto”, serán el resto de productos que generan ganancias inferiores a la empresa. El propósito de la presente investigación fue determinar el nivel de preferencia de los productos “no Pareto” con su respectiva competencia. Para ello, se realizó un estudio comparativo de cohorte transversal en el cual se definieron los productos de una empresa que habían tenido una disminución en sus ventas en los últimos cinco años basados en el número de cajas vendidas. Se identificaron a seis productos, y de éstos, se seleccionó la manzanilla en almíbar y el ponche en almíbar. Posteriormente, se evaluó el nivel de preferencia pareada con un panel sensorial de 30 participantes. Los datos obtenidos fueron analizados haciendo uso de la tabla binomial de dos colas establecida en la ISO 5495, con un nivel de significancia de 0.01. Como resultados, se determinó que el 80% (24) de los participantes prefirieron las conservas elaboradas por la empresa, asimismo, se obtuvo un nivel de fiabilidad de los resultados del 99.99%. Tomando en cuenta el interés de brindar productos competitivos, también se analizaron las características fisicoquímicas de las cuatro conservas (dos de la empresa y dos de la competencia), donde se identificó que entre los factores que pudieron haber influido en la preferencia está una mayor cantidad de grados Brix presente en los productos de la empresa, lo cual se traduce como una mayor cantidad de azúcar, la cual fue percibida más agradable por los participantes. Sin embargo, al comparar la cantidad de producto neto como drenado, se identificó que los productos de la competencia poseían una mayor cantidad y tamaño, lo cual puede influir en la decisión de la compra.

Palabras clave: Evaluación de preferencia, productos no Pareto

## INTRODUCCIÓN

En el ámbito empresarial, la optimización de recursos y la maximización de la eficiencia son elementos cruciales para mantener la competitividad y el éxito a largo plazo. En este contexto, el principio de Pareto, también conocido como la regla del 80/20, sugiere que aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas. Este principio se ha aplicado ampliamente en diversos campos, incluida la gestión de inventarios y la toma de decisiones empresariales.

Sin embargo, en muchas empresas, especialmente aquellas dedicadas a la producción y comercialización de alimentos como conservas y congelados, existe la posibilidad de que algunos productos no cumplan con este principio de Pareto. Es decir, pueden existir productos que representen una proporción desproporcionadamente pequeña de las ventas o que generen costos significativos sin proporcionar un retorno equivalente. Identificar y comprender estos productos "no Pareto" es fundamental para una gestión eficaz de recursos y una toma de decisiones informada.

En este contexto, esta investigación se enfoca en determinar el nivel de preferencia de los productos no Pareto en una empresa de conservas y congelados. Para esto, se llevó a cabo un análisis de las ventas y preferencias de los consumidores potenciales en relación con los diferentes productos ofrecidos por la empresa. El objetivo principal fue identificar aquellos productos que no cumplen con el principio de Pareto y comprender las razones subyacentes detrás de su rendimiento. Los resultados de esta investigación proporcionarán a la empresa información valiosa para optimizar su cartera de productos, ajustar sus estrategias de marketing y tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos. Además, contribuirá al desarrollo de estrategias más efectivas para mejorar la rentabilidad y la competitividad en el mercado de conservas y productos congelados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Muestra**

Dos productos no Pareto (manzanilla y ponche en almíbar de la empresa y la competencia) y 30 adultos voluntarios entre 18 y 60 años.

### **Tipo de estudio**

El estudio es de tipo comparativo descriptivo transversal.

### **Métodos**

#### **Identificación de productos no Pareto.**

Para la identificación de los productos no Pareto se solicitó el registro de ventas de los productos de la empresa del año 2017 a mayo 2022, al departamento de contabilidad. Se seleccionaron los productos con base al número de cajas vendidas seleccionando aquellos que tuvieron disminuciones significativas. Se identificó un total de 6 productos: Flor de izote en salmuera, manzanilla en almíbar, ponche congelado, ponche en almíbar, guayaba congelada y chipilín congelado.

#### **Selección de productos no Pareto.**

Se seleccionaron la manzanilla y el ponche en almíbar por su fácil traslado de Estados Unidos a Guatemala, ya que los productos de la competencia fueron importados.

#### **Determinación de nivel de preferencia.**

A continuación, se describen los pasos empleados para determinar el nivel de preferencia.

#### **Selección de los panelistas.**

Para la selección de los panelistas se aceptó la participación de 30 empleados de la empresa que desearon estar en la investigación y firmaron el consentimiento informado. No se realizó ningún tipo de entrenamiento ya que únicamente se deseaba conocer la percepción general de los consumidores.

#### **Preparación de la muestra.**

Las muestras se presentaron en vasos transparentes de  $1 \frac{1}{2}$  onzas los cuales se codificaron con una letra y tres dígitos elegidos al azar como se presenta en la Tabla 1. Para poder determinar el tamaño de la muestra se agregaron aproximadamente 30 gramos del producto a consumir, los cuales fueron medidos a través de una balanza de alimentos.

Tabla 1  
Codificación de muestras evaluadas

<b>Manzanilla en almíbar</b>		<b>Ponche en almíbar</b>	
<b>Muestra empresa*</b>	<b>Muestra de la competencia</b>	<b>Muestra empresa*</b>	<b>Muestra de la competencia</b>
T536	T968	I355	I138

#### **Panel sensorial.**

Los panelistas evaluaron el nivel de preferencia de las dos marcas de la manzanilla en almíbar, y luego, las dos marcas de ponche en almíbar. Posteriormente, se registró las respuestas en Google Forms®.

#### **Análisis fisicoquímico.**

Se determinó el nivel de pH de cada uno de los productos, grados Brix, tamaño promedio del fruto (en el caso de la manzanilla), peso neto y peso drenado. Para ello se utilizó un frasco de 32 onzas de cada producto.

#### **Determinación de pH.**

Se midió una muestra de la parte sólida diluida en agua desmineralizada utilizando una proporción de 1:10, posteriormente se introdujo por un minuto el potenciómetro y se realizó la lectura.

#### **Determinación de grados Brix.**

Para ello se tomó una porción de la parte sólida y se colocó en el refractómetro y se esperó 30 segundos para que la muestra se esparciera uniformemente. Luego, se realizó la lectura.

#### **Peso neto.**

Para determinar el peso neto se extrajo todo el contenido presente en cada uno de los frascos, el

cual fue colocado temporalmente en otro recipiente. Posteriormente, al tener el frasco completamente vacío se procedió a tararlo y se introdujo el alimento nuevamente. Despues se ubicó en una balanza semianalítica marca Globe® con una sensibilidad de 0.01 gramos.

#### **Peso drenado.**

Para ello se extrajo todo el contenido del frasco y se destiló haciendo uso de un colador por 3 minutos para poder eliminar el contenido de agua presente. Despues se colocó en un recipiente previamente tarado en la misma balanza semianalítica mencionada anteriormente para poder realizar la medición.

#### **Tamaño promedio.**

Se sumó el total de unidades de manzanilla del frasco dando un total de 35 unidades, haciendo uso de una regla métrica se determinó el diámetro promedio en centímetros de cada una de ellas y por último, se promedió el tamaño.

#### **Comparación de características fisicoquímicas.**

Para poder comparar las características de ambos productos se utilizaron los parámetros de aceptabilidad especificados por el Departamento de Aseguramiento de Calidad de la empresa, los cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1  
Rangos de aceptabilidad para las características fisicoquímicas

<b>Producto</b>	<b>Características fisicoquímicas</b>			
	<b>Peso drenado</b>	<b>Peso neto</b>	<b>pH</b>	<b>° Brix</b>
Manzanilla enalmíbar	525 gramos	925-1000 gramos	3.3-3.6	≥ 22
Ponche en almíbar	500 gramos	900-1000 gramos	3.2-3.6	≥ 22

Fuente: Departamento de Aseguramiento de Calidad de Coco, 2022.

#### **Análisis estadístico.**

Para poder realizar el análisis estadístico, se utilizó la tabla indicada en la de comparación pareada, con el nivel de significancia del 0.01.

norma ISO 5495 para pruebas

## RESULTADOS

En la tabla 2 se observa una mayor preferencia en los productos pertenecientes a la empresa de conservas y congelados en comparación a las muestras de la competencia, el cual presentó una preferencia estadísticamente significativa.

Tabla 2  
Nivel de preferencia entre los productos no Pareto de la empresa y la competencia

Productos	Nivel de preferencia frecuencia (porcentaje) No. Pareto de la empresa	Competencia	Nivel de significancia
Manzanilla en almíbar	24 (80%)	6 (20%)	0.01
Ponche en almíbar	24 (80%)	6 (20%)	0.01

En la tabla 3 se puede observar que la manzanilla en almíbar producida en la empresa de conservas y congelados posee mayor pH y grados Brix que la competencia. Por otro lado, al comparar el tamaño, se determinó que la manzanilla de la competencia era más grande y en peso, tenía una mayor cantidad de producto sólido.

Tabla 3  
Comparación de las características fisicoquímicas de la manzanilla en almíbar de la empresa y la competencia.

Características fisicoquímicas	Producto		Diferencia
	Manzanilla en almíbar empresa	Manzanilla en almíbar de la competencia	
pH	3.38	3.33	+0.05
°Brix	26.5	20.5	+6.0
eso neto	998 gramos	1022 gramos	-24 gramos
Peso drenado	564 gramos	673 gramos	-109 gramos
Tamaño promedio de la manzanilla	3.5 cm	4.3 cm	+0.8 cm

En la tabla 4 se puede observar que el ponche en almíbar elaborado en la empresa de conservas y congelados, posee mayor cantidad de grados Brix que la competencia, sin embargo, tiene un nivel más bajo de pH y una menor cantidad de producto neto y drenado.

Tabla 4  
Comparación de las características fisicoquímicas del ponche en almíbar de la empresa y la competencia.

Características fisicoquímicas	Producto		Diferencia
	Ponche en almíbar de la empresa	Ponche en almíbar de la competencia	
pH	3.44	3.64	+0.20
°Brix	23.1	18.8	-4.3
Peso neto	998 gramos	1003 gramos	-5 gramos
Peso drenado	601 gramos	642 gramos	-41 gramos

## DISCUSIÓN

En los resultados del presente estudio se determinó que hubo una preferencia estadísticamente significativa por los productos de manzanilla y ponche en almíbar de la empresa de conservas y congelados. Al comparar estos resultados con las características fisicoquímicas, se considera que pudo ser debido a que la manzanilla en almíbar y el ponche en almíbar de la empresa tenía mayor cantidad de grados Brix. Esto significa que este producto tiene más azúcar agregada que la competencia. Si bien entre los seres humanos existen grandes variaciones entre las intensidades y tipo de alimentos preferidos, los cuales son mediados por factores como la edad, raza y género, la inclinación por alimentos dulces es un rasgo universal, tanto para niños, jóvenes y adultos. Esta predisposición se ve reforzada, en parte, por sus efectos nutricionales al ser reconocido por el organismo como una fuente disponible de energía dietética (Drewnowski, Mennella, Johnson & Bellisle, 2012).

Por otro lado, es importante mencionar que, al presentar una mayor cantidad de azúcares, en una conserva resulta beneficioso, ya que favorece la preservación de las características del alimento, sirviendo como un antiséptico al evitar el crecimiento microbiano. Al mismo tiempo, ayuda a retener la cantidad de agua presente en las frutas, por lo cual puede favorecer la textura presente en la parte sólida de los productos (Panda, 2010).

Con relación al pH presente en la manzanilla y ponche en almíbar, los productos comparados fueron muy similares. Presentaron un pH adecuado, es decir por debajo de 4.6, lo que evita el crecimiento de microorganismos patógenos como el Clostridium Botulinum, causante de la enfermedad mortal botulismo (OMS, 2018). Según la FDA, la manzanilla es considerada como una fruta naturalmente ácida

(pH<4.6) (FDA, 2010), por lo que la fórmula de llenado utilizada debía poseer una acidez similar a la de la conserva (Guevara y Cancino, 2015). En el caso del ponche en almíbar, el pH de ambas conservas se encontraba en el rango esperado, al ser una combinación de frutas (manzanilla, guayaba, caña de azúcar) el producto final debía estar entre 3.3 y 3.6.

Asimismo, otro factor que pudo haber influido en las características percibidas entre los productos evaluados fue el tiempo de fabricación que tenían cada uno. Ya que los elaborados por la empresa tenían dos meses de elaboración y aún seguían almacenados en su lugar de fabricación en las condiciones adecuadas, mientras que los de la competencia tenía un año de ser elaboradas y se encontraban en comercios en los cuales posiblemente estuvieron expuestos a calor, luz o humedad lo que puede disminuir la calidad y la vida útil de las conservas (Powers & Hillers, 2015).

A pesar de que los jueces prefirieron los productos elaborados por la empresa de conservas y congelados, se considera como factores en la compra de ambas marcas, la cantidad de fruto presente, el frasco de la competencia tenía una superior cantidad de producto, y en el caso de las manzanillas, el tamaño de la fruta era de mayor tamaño. Estas características son importantes en la decisión, compra y consumo de productos dietéticos, pues mientras más grande sea el producto adquirido, mayor atención genera en el comprador (Rodríguez & Díaz, 2014).

## REFERENCIAS

- Cabezas, C., Hernández, B. y Vargas, M. (2016). Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura. Revista de la Facultad de Medicina. 64(2):319-29. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v64n2.52143>
- Drewnowski, A., Mennella, J. A., Johnson, S. L., & Bellisle, F. (2012). Sweetness and food preference. The Journal of nutrition, 142(6), 1142S–8S. <https://doi.org/10.3945/jn.111.149575>
- FAO (2017). Perspectivas Agrícolas 2017-2026. Recuperado de: [https://doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2017-es](https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-es)
- Food and Drugs Administration (2010). Guidance for industry: Acidified foods. Recuperado de: [https://foodsafety.wisc.edu/business\\_food/files/Acidified%20Foods%20Guidance%202010\\_08\\_02\(clean\).pdf](https://foodsafety.wisc.edu/business_food/files/Acidified%20Foods%20Guidance%202010_08_02(clean).pdf)
- Fernández, Y., Pinto, D., Rojas, C. & Parada, E. (2018). El análisis sensorial como herramienta de marketing en productos agroindustriales néctar de ciruela. México: Repositorio Internacional UPTC.
- Guevara, A. & Cancino, K (2015). Elaboración de fruta en almíbar. Perú: Universidad Agraria la Molina. Recuperado de: <http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/separata%20fruta%20en%20almibar.pdf>
- Koch, R. (2009). El principio del 80/20. España: Grupo planeta.
- Liria, M. (2007). Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. Lima: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Balcarce, Argentina: FAO.
- López, A. (2003). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Balcarce: Argentina. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/y4893s/y4893s.pdf>
- Menella, J., Bobowski, N. & Reed, D. (2016). The development of sweet taste: From biology to hedonics. Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders. 17(2):171–8.
- Panda, H. (2010). Fruits, Vegetables, Corn and Oilseeds Processing Handbook. India: Asia Pacific Business Press Inc.
- Powers, L. & Hillers, V. (2015). Guardado de frutas en conserva. Washington: Washington State University Extension. Recuperado de: <https://pubs.extension.wsu.edu/guardado-de-frutas-en-conserva-canning-fr...>
- Rodríguez, S., Generoso, S., Gutiérrez, D. & Questa, A. (2015). Aplicación del análisis sensorial en la evaluación de la calidad de productos frescos cortados. Simiente. 85(3-4):21-38
- Rodríguez, M. & Díaz, J. (2014). Análisis de los factores que influyen en la decisión de compra y consumo de productos dietéticos en los jóvenes universitarios de Santiago de Cali. Colombia: Universidad de Santiago de Cali. Recuperado de: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6713/T04762.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

---

# **DETERMINACIÓN DE FÁRMACOS VETERINARIOS DE LA FAMILIA NITROFURANOS EN MATRICES DE LECHE FLUIDA POR MEDIO DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA DE ULTRA-ALTA RESOLUCIÓN UPLC**

---

Scristian Antonio Hernández Bal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> EPS de Química en Laboratorio INLASA



---

## **RESUMEN**

---

La investigación realizada durante el período correspondiente al Ejercicio Profesional Supervisado lleva por título "Determinación de fármacos veterinarios de la familia Nitrofuranos en matrices de leche fluida por medio de Cromatografía Líquida de Ultra-Alta Resolución UPLC". En dicha investigación se pretendió establecer una metodología para la determinación y cuantificación de compuestos de la familia Nitrofuranos, específicamente 3-amino-5-(4-morfolinilmetil)-2-oxazolidinona (AMOZ), 3-amino-2-oxazolidinona (AOZ) y Semicarbazida, en matrices de leche fluida mediante la técnica instrumental Cromatografía Líquida de Ultra-alta Eficiencia (UPLC).

Los analitos en cuestión fueron detectados exitosamente previa derivatización con Nitrobezaldehído (NBA), así como también mostraron buena linealidad en un rango de 6.25 a 25 ppb, cuyo rango también fue establecido como límite de cuantificación. Con respecto a la muestra real de leche fluida, se detectaron los Nitrofuranos AOZ y SEM, este último en mayor cantidad aunque ambos en muy baja concentración, fuera del límite de cuantificación del método. Aun así resulta alarmante la presencia de dichos Nitrofuranos en la muestra, dada la prohibición del uso de estos.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de la industria alimenticia en el estilo de vida actual del ser humano es notable, las cantidades de alimentos consumidos día con día no solo dependen del diario aumento en la población humana, sino que también se derivan del hecho que el ser humano es naturalmente omnívoro, por lo que también consume grandes cantidades de carne animal para cumplir con las necesidades nutrimentales que el cuerpo humano exige.

La demanda creciente de alimentos para atender a una población cada vez mayor ha llevado a una crianza intensiva de animales para consumo humano, lo que a su vez acarrea la dosificación de los mismos con antibióticos para atenuar o controlar eventuales pérdidas atribuidas a enfermedades. Sin embargo, el residuo de estos fármacos puede permanecer en diferentes matrices (carne, leche, huevos, constituyendo un serio peligro para los consumidores. A causa de las propiedades de estos medicamentos, así como su perfil fisicoquímico, farmacocinético y farmacodinámico, e inapropiado o ausente período de ventana, estos residuos pueden desarrollar resistencia a antimicrobianos, causar reacciones anafilácticas, ser teratogénicos o mutagénicos, o provocar alteración de la microbiota intestinal (Beyene & Assefa, 2015).

Es precisamente el riesgo de contraer bacterias multirresistentes a antibióticos, conocidas como "superbugs", lo que hace relevante el consumo de alimentos y productos cárnicos con residuos de antibióticos (prohibidos o no), por la eventual transferencia de resistencia a antibióticos de animales a humanos, con efectos nocivos en la salud humana (Colombo & Papetti, 2019). Los Nitrofuranos, compuestos que en su estructura incluye un anillo furano con un grupo funcional nitrógeno en la posición 5, surgen de esta necesidad de aumentar la producción animal en el mundo. Son un grupo de sustancias antimicrobianas, utilizadas para controlar agentes patógenos en el crecimiento de muchas fuentes alimenticias como plantas y animales. Estos compuestos están prohibidos en muchos de los países del mundo por ser genotóxicos y cancerígenos, además, de tener efectos no neoplásicos en los animales (Yahagi et al., 1974; McCalla, 1977), aunque en Guatemala no existe una normativa vigente que controle el uso y presencia de estos compuestos en matrices alimenticias.

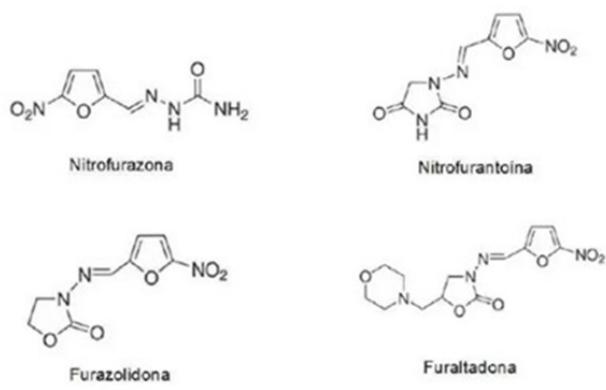
Los estudios de toxicidad asociados a los Nitrofuranos, así como los casos en los que se detectaron sus metabolitos (AMOZ, AOZ, SEM AHD), ha llevado al incremento de los controles y la rigurosidad en las legislaciones de los países importadores de los alimentos de origen animal, ya que actualmente el uso de estos compuestos está prohibido en ciertas partes del mundo y no debe

existir ningún rastro o traza, es decir, cero concentración de ellos. Es por ello que este proyecto pretende el desarrollo de un método que pueda ser utilizado para determinar la presencia de estos compuestos, además de su cuantificación, en matrices de leche líquida cruda. Para dicho propósito se busca utilizar un método que sea capaz de detectar estas moléculas con alto grado de fiabilidad, dado esto el método propuesto está basado en una técnica instrumental robusta, como lo es la Cromatografía Líquida de Ultra-alta Eficiencia, en este caso acoplada a un detector MS/MS-TQ para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados.

### Nitrofuranos

Los Nitrofuranos son un tipo de antibióticos de amplio espectro que inhiben la síntesis de ácidos nucleicos de diversas formas. Han sido utilizadas tanto en medicina veterinaria como humana debido a sus propiedades antibacteriales y antiprotozoarias. Tienen como característica estructural contar con un grupo nitrógeno en la posición cinco del anillo de furano. Los Nitrofuranos son antibacterianos sintéticos, y hasta la fecha se han sintetizado más de 3500 de ellos. En general son polvos cristalinos de color amarillo, poco solubles en agua, pero solubles en dimiel-formamida y alcohol. Tienen un pH de 4.5 – 7. Son termoestables pero fotosensibles por lo que deben almacenarse en recipientes herméticos y protegidos de la luz solar.

Figura 1  
Estructura de Nitrofuranos



Nota. La figura 1 muestra la estructura de algunos Nitrofuranos conocidos. Además, es notable cómo en la posición 5 del grupo furano se acopla un grupo nitrógeno.

Su grupo nítrito puede ser reducido en condiciones aerobias, además, pueden producir inhibición de la síntesis de ADN o la inhibición de enzimas vinculadas al metabolismo energético de las bacterias. En animales se usa también como promotor del crecimiento. Tienen como característica común que se administran por vía oral y poseen buena distribución en los tejidos, rápida aparición de resistencia cromosómica de los microorganismos y toxicidad relativamente elevada (Pérez, 2009).

- Metanol Grado Reactivo.
- Nitrobenzaldehído.
- Etanol absoluto.
- Hexano.
- Muestras de leche cruda.
- Ácido acético glacial

## Métodos

### Detección y Cuantificación de analitos mediante UPLC

#### Condiciones del equipo

Todas las pruebas se llevaron a cabo usando un Sistema de Cromatografía Líquida de Ultra-Alta Eficiencia Agilent 1100 acoplado a un espectrómetro de masas con Detector Selectivo de Masas (MSD) de trampa de iones XCT. La trampa de iones fue operada con una fuente de electro pulverización ortogonal en modo de iones positivos usando monitoreo de reacciones múltiples (MRM). Se usó un método de gradiente para la cromatografía. Inicialmente se utilizaron Soluciones Estándar de los metabolitos en cuestión.

#### Preparación de Soluciones Estándar

Se prepararon soluciones a partir de los estándares certificados de los metabolitos 3-amino-5-(4-morfolinil-metil)-2-oxazolidinona (AMOZ), 3-amino-2-oxazolidinona (AOZ) y Semicarbazida (SEM), pesando las cantidades necesarias para preparar la Solución Estándar Stock, utilizando una mezcla de Metanol:Ácido Acético Glacial (50:50) como diluyente. Luego, a partir de la Solución Estándar Stock se tomaron las alícuotas correspondientes para preparar soluciones con concentraciones que fueron desde las 6.25 ppb hasta las 25 ppb, siempre usando el mismo diluyente.

#### Derivatización de Nitrofuranos para detección

El derivatizante utilizado fue NBA (Nitrobenzaldehído), mediante la disolución de una cantidad en exceso de NBA, para posteriormente mezclar dicha solución con las soluciones de nitrofuranos en las concentraciones establecidas, así como con HCl 0.125 M. Despues de realizar la mezcla, se incubó durante 16 horas a 40°C, para luego someter a baño ultrasónico durante una hora, así, las muestras estuvieron listas para su lectura, de la semana siguiente.

#### Preparación:

- Se pesaron 0.076 g de NBA y se diluyeron en 10 mL de metanol.
- Se pesaron 10 mg de cada solución estándar (AMOZ, AOZ y SEM), para luego diluirlos en 100mL de metanol (solución stock).
- Se hizo una dilución 1/100 a partir de la solución stock, luego se hizo una dilución 5/100 para así llegar a una dilución de 50 ppb de nitrofuranos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recursos Humanos

Cristian Antonio Hernández Bal, Practicante de EPS

### Recursos Físicos

Laboratorios de análisis Fisicoquímico, Preparación de Muestras y de Cromatografía Líquida, pertenecientes a INLASA S.A.

### Recursos Materiales

#### Equipo

- Equipo UPLC acoplado a un detector MS/MS-TQ, marca Waters.
- Balanza semi-analítica.
- Centrifuga marca Fisher Scientific.
- Geno-Grinder para agitación de muestras.
- Micropipetas de 1000, 100 y 50  $\mu$ L.

#### Instrumentos

- Jeringas descartables.
- Guantes de nitrilo.
- Lentes de protección.
- Filtros de 0.22 micras.
- Viales HPLC certificados.Tubos de preparación de muestras.
- Muestras de leche bovina cruda.

#### Cristalería

- Balones aforados de 10, 25 y 100 mL.
- Probetas
- Beakers
- Pipetas volumétricas
- Pipetas serológicas

#### Reactivos

- Estándares Certificados de AMOZ, AOZ y Semicarbazida
- Metanol Hipergrado.
- Acetonitrilo MS/MS.
- Agua HPLC.
- Ácido Clorhídrico.

- Se mezclaron 2 mL de la solución 50 ppb, 1 mL de solución de NBA y 5 mL de solución de HCl 0.125 M.
- Se llevó a vortex 30 segundos.
- Se incubaron durante 16 horas a 40°C para llevar a cabo la derivatización.
- Se llevaron a baño ultrasónico durante una hora.
- Se atemperaron las muestras y se almacenaron para su posterior lectura.

#### **Validación del método de Cuantificación de analitos mediante UPLC**

Para la validación del método se tomó en cuenta el cumplimiento de la Linealidad del Sistema, leyendo soluciones estándar con concentraciones de 6.25 ppb, 12.5 ppb, 18.75 ppb y 25 ppb, cada una por triplicado. El criterio de aceptación fue que el Coeficiente de Determinación fuese igual o mayor a 0.95.

#### **Análisis de muestras para detección y cuantificación de analitos mediante UPLC**

Una vez detectados los analitos en cuestión y que mostraran linealidad en las concentraciones elegidas, se procedió a analizar una muestra de leche bovina cruda.

#### **Preparación de la muestra**

La extracción de las muestras se llevó a cabo mediante una separación con solventes orgánicos. En principio se deben precipitar las proteínas de la leche por adición del solvente (Agua+Hexano) y agitación en centrífuga, se toman el sobrenadante, evaporar y reconstituir con la fase móvil a utilizar en el cromatógrafo UPLC, se debe filtrar la muestra previo a su inyección, utilizando filtros de por lo menos 0.22 micras.

## **RESULTADOS**

#### **Detección y Cuantificación de los Analitos mediante UPLC**

El análisis de las soluciones iniciales que se prepararon no fue el esperando, notándose la ausencia de los analitos en cuestión. Dado esto, se decidió derivatizar los estándares para forzar su detección en el equipo.

La derivatización de los analitos resultó satisfactoria, mostrando resultados cualitativos y cuantitativos para los tres metabolitos en cuestión.

Tabla 1  
Detección de analitos derivatizados con NBA.

<b>Analito</b>	<b>Tiempo de Retención</b>	<b>Área</b>
<b>AOZ</b>	0.69	1514.739
<b>AMOZ</b>	0.44	16.467
<b>SEM</b>	1.97	23215.184

Nota. La tabla muestra los resultados de la detección y cuantificación de los analitos estudiados, todos en la concentración más baja preparada.

#### **Validación del método de Cuantificación de los Analitos mediante UPLC**

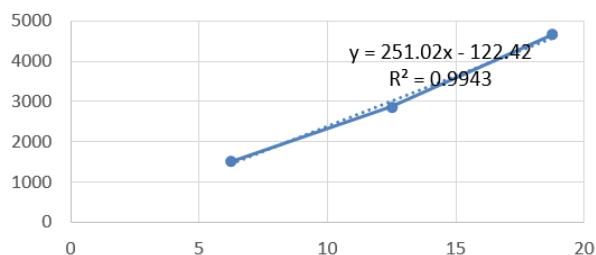
Tabla 2  
Linealidad AOZ

<b>Concentración AOZ (ppb)</b>	<b>Tiempo de Retención</b>	<b>Área</b>
<b>6.25</b>	0.69	1514.739
<b>12.50</b>	0.69	2878.730
<b>18.75</b>	0.69	4652.477

Nota. La tabla muestra los resultados de la linealidad del sistema para cuantificar el analito AOZ.

Gráfica 01  
Linealidad AOZ

### Linealidad AOZ



Nota. La gráfica muestra los resultados de plotear la linealidad del sistema para cuantificar el analito AOZ, estando área del pico en el eje Y y la concentración en el eje X (ppb). Se incluye el coeficiente de determinación.

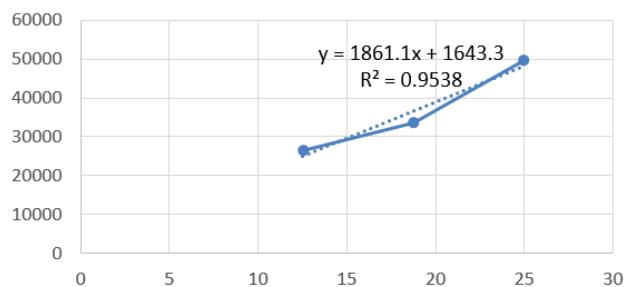
Tabla 03  
Linealidad SEM

Concentración SEM (ppb)	Tiempo de Retención	Área
<b>12.50</b>	2.00	26385.740
<b>18.75</b>	2.00	33583.043
<b>25.00</b>	2.02	49649.938

Nota. La tabla muestra los resultados de la linealidad del sistema para cuantificar el analito SEM.

Gráfica 02  
Linealidad SEM

### Linealidad SEM



Nota. La gráfica muestra los resultados de plotear la linealidad del sistema para cuantificar el analito SEM, estando área del pico en el eje Y y la concentración en el eje X (ppb). Se incluye el coeficiente de determinación.

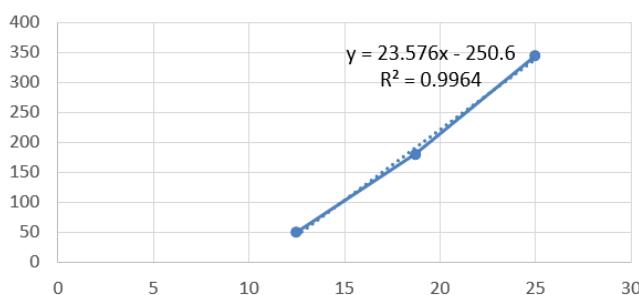
Tabla 04  
Linealidad AMOZ

<b>Concentración AMOZ (ppb)</b>	<b>Tiempo de Retención</b>	<b>Área</b>
<b>12.50</b>	0.42	49.206
<b>18.75</b>	0.41	181.238
<b>25.00</b>	0.43	343.905

Nota. La tabla muestra los resultados de la linealidad del sistema para cuantificar el analito AMOZ.

Gráfica 3  
Linealidad AMOZ

Linealidad AMOZ



Nota. La gráfica muestra los resultados de plotear la linealidad del sistema para cuantificar el analito AMOZ, estando área del pico en el eje Y y la concentración en el eje X (ppb). Se incluye el coeficiente de determinación.

### Análisis de muestras para detección y cuantificación de analitos mediante UPLC

Tabla 05  
Detección de analitos derivatizados con NBA dentro de la muestra real MX 215886.

<b>Analito</b>	<b>Tiempo de Retención</b>	<b>Área</b>
<b>AOZ</b>	0.91	12.261
<b>SEM</b>	1.88	1478.684
<b>AMOZ</b>	N.D.	N.D.

Nota. La tabla muestra los resultados de la detección de los analitos estudiados en la muestra real de leche fluida.

## DISCUSIÓN

Luego de la lectura de las soluciones preparadas en un inicio se notó la ausencia de señales para los tres estándares de los compuestos desde la primera fragmentación esperada, por lo que no fue posible observar siquiera los iones padre, incluso para la dilución más concentrada. Esto posiblemente se debió a una configuración no adecuada para estos compuestos, donde posiblemente se deba a un voltaje demasiado alto que desfragmenta en su totalidad las moléculas de Nitrofurano en la parte de ionización de la muestra, haciendo imposible su detección. Visto esto, se optó por derivatizar los analitos para así aumentar su masa y resistencia a la fragmentación prematura.

Los resultados de la lectura de los compuestos derivatizados se encuentran en la tabla 01, en la que se observa que se logró detectar los tres compuestos de interés en las concentraciones más bajas preparadas, sin interferencia entre ellos y con buena resolución de pico (anexo 01), por lo que se procedió a validar el método mediante la linealidad del sistema. Dichos resultados se encuentran en las tablas 2-4, donde se muestran cómo los 3 compuestos mostraron lecturas a las tres concentraciones que se trabajaron. Para evaluar la linealidad se ploteó en una gráfica la concentración vs el área de los picos, cuyos resultados se muestran en las gráficas 1-3. En dichas se observa cómo los tres compuestos tienen buena linealidad a distintas concentraciones de trabajo, con coeficientes de determinación que se encuentran por encima de 0.95, dando a entender que el método es apto para la detección de dichos compuestos en muestras reales de cualquier tipo.

Para la detección de los analitos en la muestra real se procedió previamente a derivatizar dichos analitos (de estar presentes) al igual como se hizo en las soluciones estándar, después, se dio lectura a dichas muestras, cuyos resultados se muestran en la tabla 5. En ella se puede ver que no hubo detección alguna para AMOZ; Sin embargo, sí hubo lectura para los otros dos analitos, en menor cantidad para AOZ, pero con una lectura considerable para SEM. Aún así, la cuantificación de dichos analitos presentes es un poco complicada, ya que los límites de detección del presente método están por encima de las cantidades detectadas de los analitos, por lo que se asume que la cantidad de AOZ y SEM son bastante bajas, por debajo de las 6.25 ppb como mínimo.

Es importante recalcar que, si bien las concentraciones son sumamente bajas, tanto para ser consideradas trazas, es preocupante la detección de Nitrofurano en la muestra de leche, ya que éstos están prohibidos en la mayoría de países del mundo, debido a que los Nitrofurano y sus metabolitos, son genotóxicos y cancerígenos, además, de tener efectos no neoplásicos en los animales (EFSA, 2015).

## REFERENCIAS

Beyene, T., & Assefa, S. (2015). Assessment of Rational Veterinary Drugs Use in Livestock at Adama District Veterinary Clinic, Central Ethiopia. *Journal Of Veterinary Science & Technology*, 07(03). <https://doi.org/10.4172/2157-7579.1000319>

Colombo, R., & Papetti, A. (2019). Advances in the Analysis of Veterinary Drug Residues in Food Matrices by Capillary Electrophoresis Techniques. *Molecules*, 24(24). <https://doi.org/10.3390/molecules24244617>

McCalla, D. R. (1977). Biological effects of nitrofurans. *The Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 3(5), 517–520.

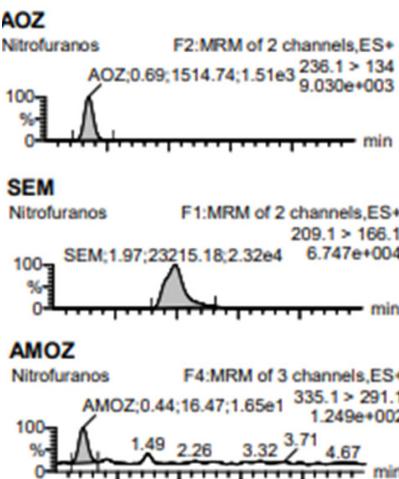
Pérez, M., Real, R., Mendoza, G., Merino, G., Prieto, J. G. & Alvarez A.I. (2009). Milk secretion of nitrofurantoin, as a specific BCRP/ABCG2 substrate, in assaf sheep: modulation by isoflavones. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 32, 498–502.

## ANEXOS

Figura No. 1  
Picos de detección de AOZ, SEM y AMOZ.

Name: NITROFURANOS 01 25012023 12, Date: 25-Jan-2023,

Time: 12:52:32, ID: , Description: Nitrofuranos



La figura muestra los picos de detección de los tres analitos: AOZ, SEM y AMOZ.

---

# **EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL EXTRACTO COLORANTE DE ACHIOTE (BIXA ORELLANA L.) APLICADO EN UN PRODUCTO COSMÉTICO ANHIDRO (LAPIZ LABIAL) Y EN UNO ACUOSO (CREMA CORPORAL) MEDIANTE FORMULACIONES A NIVEL LABORATORIO**

---

Leonel Alejandro Flores Ramírez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Practicante de EPS de Química en Laboratorio Sinergia Internacional, LêCleire

## **RESUMEN**

Se realizó la elaboración de dos nuevas formulaciones de productos cosméticos, un labial y una crema corporal. Esto con el objetivo de conocer la factibilidad de utilizar el extracto sólido de achiote (*Bixa orellana L.*) como colorante o pigmento propio de las formulaciones mencionadas, aprovechando las características estructurales y químicas de la norbixina, molécula que da el color característico a los productos de achiote. Para la obtención del pigmento sólido, se realizó una extracción ácido-base, aprovechando las propiedades de la norbixina. En esta extracción se obtuvo un 23% de rendimiento, el cual se encuentra dentro de los rangos aceptables según extracciones de este compuesto realizadas en otros estudios. Posteriormente, el colorante sólido se procesó junto con las materias primas utilizadas en la elaboración de fórmulas específicas de labiales y cremas corporales en Lê Cleire mostrando buenos resultados en cuanto a la solubilidad en las mezclas, así como una nula alteración en las propiedades esperadas para estos productos respecto a otros elaborados con otros colorantes. Las pruebas de control de calidad y estabilidad realizadas en el labial y en la crema corporal demostraron las buenas características de los mismos con lo que se determinó que pueden sentar la base para el desarrollo de una nueva línea de productos ya sea en cremas, labiales o bien en algún otro tipo de cosmético como esmaltes, rubores, brillos, tintes para el cabello, etc.

## INTRODUCCIÓN

Los cosméticos son productos que se utilizan diariamente a nivel mundial, existen con distintas presentaciones y funciones tales como, cremas, labiales, sombras, polvos, bálsamos, máscaras, etc. El concepto de cosmético ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. Se han encontrado hallazgos que indican que, en la antigüedad, el hombre teñía la piel con fines religiosos, de cacería o para la guerra. Estos han sido utilizados como artículos destinados a ser frotados, vertidos, esparcidos o aplicados de otra manera en el cuerpo humano para limpiar, embellecer o alterar la apariencia del mismo a fin de hacerlo más atractivo (Bijaauliya y otros, 2017).

En la época antigua, los pigmentos utilizados para fines cosméticos eran de origen natural, sin embargo, en la era más reciente, con el avance de la química, se han creado nuevos pigmentos de origen sintético. A pesar de esto, los colorantes naturales no han dejado de utilizarse y en los últimos años han tenido auge debido a que los sintéticos pueden llegar a causar efectos secundarios adversos. Además, muchos de los extractos de productos naturales, utilizados como tintes, han presentado propiedades beneficiosas extras, dando origen a el término "cosmecéutico". Algunas de las plantas que se han utilizado son la remolacha, cúrcuma, tomate, zanahoria, granada, repollo morado, pitahaya, entre otras (Anilkumar & Dhanaraju, 2021).

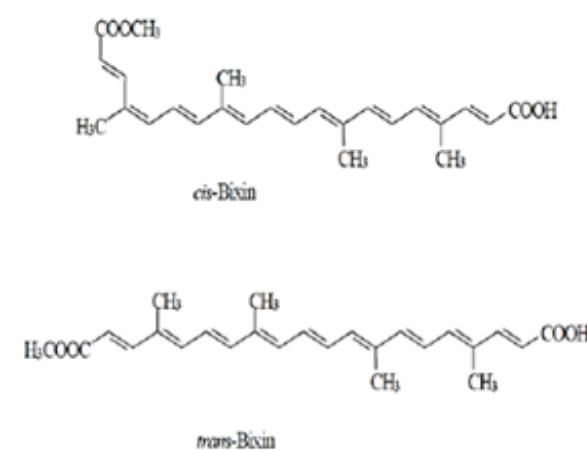
Entre los cosméticos más utilizados se encuentran los labiales que son hoy en día parte esencial en el cuidado y embellecimiento de las mujeres. Además, en la actualidad cumplen otras funciones y es por ende que se puede hallar labiales humectantes, labiales nutritivos los cuales protegen a los labios del frío, labiales de tratamiento, brillos labiales, labiales de larga duración, lápices labiales a prueba de agua, entre otros. Las formulaciones que comúnmente se encuentran en el mercado, contienen pigmentos sintéticos, y entre las materias primas utilizadas se puede mencionar a las ceras, las cuales al ser sólidas deben ser calentadas para posteriormente mezclarlas con aceites, también se agregan los preservantes necesarios y las vitaminas o nutrientes necesarios dependiendo de la formulación y tipo de labial. En el control de calidad de los lápices labiales, el test de calor y el test de ruptura son los principalmente requeridos (Anilkumar & Dhanaraju, 2021).

Otra línea de productos cosméticos, que son muy importantes para el cuidado de la piel, son las cremas corporales pues proporcionan humectación, embellecimiento, limpieza y hasta pueden ser utilizadas con fines terapéuticos. Las cremas son esenciales para su uso diario, pues el tejido de la piel es muy delicado y susceptible a sufrir lesiones que, de no tener los cuidados adecuados, pueden agravarse. De manera general las formulaciones de

cremas que se han desarrollado son emulsiones, ya sea de agua en fase oleosa o de fase oleosa en agua, esto dependiendo del fin o las características que esta requiera. Los principales controles que se tienen sobre estos productos para garantizar su calidad son el test de estabilidad acelerada, pH, viscosidad, pH, color, homogeneidad y textura (Supriya y otros, 2022; Aswal y otros, 2013).

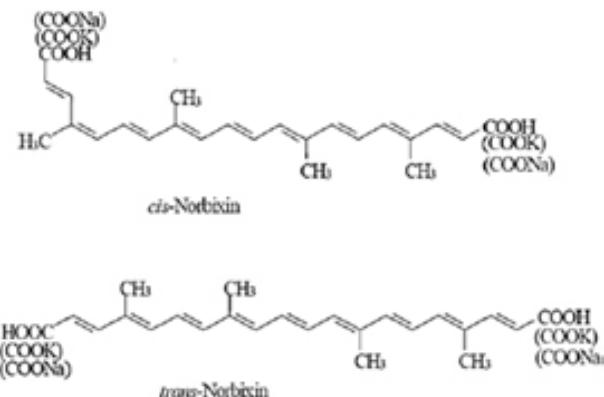
Aunado a esto, se puede mencionar que las semillas de achiote se han utilizado en muchas aplicaciones, principalmente en la industria alimentaria, sin embargo, se han explorado en menor medida las características y beneficios que podría llegar a tener el uso de esta semilla en los cosméticos, especialmente desde el punto de vista de la toxicidad, ya que los pigmentos sintéticos, que muchas veces se utilizan en labiales, cremas, maquillajes, etc., tienen efectos adversos a largo plazo (Shahi y otros, 2017). Es por esto que, en este estudio, se buscó aislar la molécula causante del color rojo característico del achiote, la bixina, esto por medio de una extracción ácido-base, y luego utilizar el colorante en una formulación, a nivel laboratorio, de una crema y en una de labial, evaluando las características y la calidad de los productos terminados haciendo uso de los principales test que se exigen para los mismos.

Figura 1  
Estructura de la bixina



(Shahi y otros, 2017)

Figura 2  
Estructura de la norbixina



(Shahi y otros, 2017)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recursos Humanos:

- Investigador: Br. Leonel Alejandro Flores Ramírez
- Asesor externo: Lic. Hugo René Sandoval Martínez
- Asesora interna: Inga. María Paola Pereda Pinto

### Recursos Físicos:

Instalaciones de la planta de producción de Lê Cleire, Laboratorio de Análisis Fisicoquímico del Departamento de Control de Calidad y Laboratorio del Departamento de Investigación y Desarrollo.

### Recursos Materiales:

#### Materiales y Equipo

- Cuchara de acero inoxidable.
- Papel Parafilm.
- Termómetro.
- Embudo.
- Papel filtro.
- Pipeteador
- Papel pH
- Incubadora ( $T= 40^{\circ}\text{C}$ ) de 110V.
- Refrigeradora ( $T= 4^{\circ}\text{C}$ ) de 110V.

### Instrumentos

- Balanza analítica OHAUS de 110V.
- Viscosímetro Brookfield de 110V.
- Potenciómetro de 110V.
- Plancha con agitación magnética de 110V.
- Centrifugadora de 110V.
- Molino Tricilíndrico de 220V.
- Cámara de UV de 110V.
- Penetrómetro

### Cristalería

- Beakers PYREX de 250 ml, 500 ml y 1000 ml.
- Pipeta de vidrio de 10 ml.
- Probeta de 10 ml.
- Vidrios de reloj
- Tubos de ensayo

### Reactivos

Para la elaboración de la Crema (fórmula acuosa)

- Semillas de achiote (*Bixa Orellana L.*).
- Ácido Esteárico.
- Agua desmineralizada.
- Alcohol Cetílico.
- Aceite Mineral.
- Lanolina Anhidra.
- Shea Butter.
- Ceteareth-20 (emulsificante)
- Glicerina.
- Trietanolamina.
- DMDM hidantoína (preservante).
- Metilcloroisotiazolinona (preservante).
- Metilisotiazolinona (preservante).
- Fragancia.

Para la elaboración del Labial (fórmula anhidra)

- Semillas de achiote (*Bixa Orellana L.*).
- Cera de abejas.
- Cera Candelilla.
- Cera Ozoquerita.
- Cera Microcristalina.
- Triglicérido caprílico-cáprico (emoliente).
- Propilparabeno (preservante).
- Aceite de ricino.
- Vitamina E (antioxidante).

### Métodos

#### Extracción de bixina y norbixina

- Preparar una disolución 1.5 % p/p de hidróxido de sodio (500 ml).
- Pesar 30 g de semillas de achiote.
- Tomar 100 ml de la disolución alcalina en un beaker e introducir en el mismo el material vegetal pesado.
- Agitar la mezcla a 140 rpm aproximadamente por una hora.

- Mantener las semillas en la disolución alcalina por 24 horas a 40 °C.
- Extraer las semillas y colocarlas en un nuevo beaker.
- Repetir dos veces más el proceso, utilizando las semillas filtradas y más disolución de hidróxido de sodio al 1.5 % p/p.
- Preparar una disolución ácido clorhídrico 0.1 M.
- Reunir los extractos obtenidos y neutralizarlos con la disolución ácida 0.1 M hasta un pH aproximado de 2.0-2.5.
- Observar la precipitación de un sólido rojo (bixinas).
- Decantar y filtrar el sólido obtenido.
- Secar el sólido obtenido a 40 °C para su posterior uso y almacenamiento.
- Reducir el tamaño de partícula del sólido obtenido haciendo uso de un molino tricilíndrico.

#### **Formulación y control de calidad de labial y crema corporal**

- Fabricar el labial y crema corporal siguiendo los procedimientos de formulaciones establecidas en Lê Cleire haciendo uso del pigmento natural.
- Centrifugar la crema corporal y observar si existe algún cambio no deseado en la emulsión.
- Verificar el pH de la crema corporal por medio de un potenciómetro
- Verificar la viscosidad de la crema corporal por medio de un viscosímetro.
- Realizar el test de penetración al labial formulado.
- Realizar el test de ruptura al labial formulado.
- Realizar el test de estabilidad al labial y crema corporal formulada en una incubadora a 40 °C.
- Realizar pruebas de estabilidad por exposición a UV al labial y crema corporal formulada.

## **RESULTADOS**

Tabla No. 1  
Rendimiento y características obtenidas de la extracción de bixina/norbixina de las semillas de achiote.

<b>Característica</b>	<b>Resultado</b>
Peso final del sólido obtenido	6.9 g
Rendimiento de la extracción	23 %
Color del extracto sólido obtenido	Rojo ladrillo

Nota: Rendimiento basado en 30 gramos de semillas de achiote.  
Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 2  
Solubilidad de la norbixina/bixina sólida obtenida de la extracción básica de las semillas de achiote en formulaciones cosméticas.

<b>Característica</b>	<b>Resultado</b>
Solubilidad en base monocromática para lápiz labial	Medianamente soluble
Porcentaje en peso utilizado en base monocromática para lápiz labial	4 %
Solubilidad en crema corporal (emulsión)	Soluble
Porcentaje en peso utilizado en crema corporal	2 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 3  
Pruebas de control de calidad realizadas al lápiz labial formulado con bixina/norbixina.

<b>Característica</b>	<b>Resultado</b>	<b>Cumple rangos de calidad internos en Lé Cleire</b>
Penetración	= 6.2 mm en 10 s.	Cumple
Punto de fusión	= 69.5 °C	Cumple
Rotura	= 550 g en 8.67 s.	Cumple
Color del labial	Marrón claro	No Aplica
Color de aplicación	Naranja-amarillento	No Aplica
Estabilidad acelerada (color, textura, homogeneidad a 40 °C por una semana)	No sufrió cambios perceptibles	Cumple
Estabilidad por radiación UV (4 horas)	Leve disminución de color	No Aplica

Fuente: Elaboración propia

Tabla No. 4  
Pruebas de control de calidad realizadas a la crema corporal formulada con bixina/norbixina.

<b>Característica</b>	<b>Resultado</b>	<b>Cumple rangos de calidad internos en Lé Cleire</b>
Viscosidad	31 520 cP	Cumple
pH	6.33	Cumple
Color de la crema	Naranja-mostaza	No Aplica
Color de aplicación	Leve coloración naranja pálido	No Aplica
Estabilidad acelerada (color, textura, homogeneidad a 40 °C por una semana)	No sufrió cambios perceptibles	Cumple
Estabilidad por radiación UV (4 horas)	Leve disminución de color	No Aplica

Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

El proceso de extracción realizado con una disolución básica de hidróxido de sodio 1.5 % p/p y posterior neutralización con ácido clorhídrico 1 M, permitió obtener resultados aceptables, ya que como se puede observar en la tabla 1 el porcentaje de rendimiento de la extracción es similar al alcanzado en estudios previos. En algunas de estas investigaciones se logró un mejor porcentaje de rendimiento, sin embargo, en estas el procedimiento fue totalmente diferente al basarse en extracciones netamente en fase orgánica o metodologías que van desde el uso de equipos Soxhlet hasta extracciones asistidas por microondas, ultrasonido o con fluidos supercríticos (Rodrigues y otros, 2014). En algunos de estos estudios se realizó la extracción acuosa gracias a las propiedades ácido base de la bixina y norbixina, a modo de comparación con las metodologías novedosas, y los resultados en fase acuosa como ya se mencionó fueron similares al de este estudio con porcentajes de rendimiento que rondan entre 20-35 % (Van Chuyen y otros, 2012; Rodrigues y otros, 2014).

En cuanto a la solubilidad, que era uno de los parámetros más importantes a evaluar, para poder obtener las proporciones correctas del pigmento en las dos formulaciones a elaborar, se puede ver en la tabla 2, que con los porcentajes utilizados, el extracto sólido obtenido de las semillas de achiote, es soluble principalmente en la crema corporal, esto puede atribuirse a que el extracto sólido tiene en mayor proporción norbixina, molécula en la cual, sus extremos tienen dos grupos carboxilatos. La bixina y norbixina son apocarotenoides, es decir carotenoides con esqueletos menores a 40 átomos de carbono, esto les conferiría de igual manera propiedades lipofílicas y no tanto hidrofílicas. No obstante, como ya se mencionó, los grupos carboxilatos en los extremos de la norbixina aumentan significativamente su solubilidad en disoluciones acuosas, no siendo el caso de la bixina, pues en esta molécula se sustituye un carboxilato por un grupo éster, característica que reduce su afinidad por el agua. Sin embargo, al realizarse la extracción en medio básico, el éster de la bixina pudo hidrolizarse en un alto porcentaje, aumentando la cantidad final de norbixina en el sólido obtenido como se indicó (Sathiya Mala y otros, 2013).

Por otro lado, también se evaluaron los principales parámetros de control de calidad necesarios para los productos formulados, y que se realizan en Lê Cleire. En el caso del lápiz labial, se puede notar que los resultados mostrados en la tabla 3, indican cumplimiento en calidad con respecto a los rangos y estándares de la empresa para productos similares, lo cual es beneficioso si se requiere sentar bases para una nueva línea de labiales. Sin embargo, referente al color del labial, el color de aplicación y

la estabilidad bajo radiación UV, no hay estudios previos de formulaciones con bixina/norbixina en la empresa. En consecuencia, los resultados obtenidos no se pueden comparar más que con otros estudios similares consultados en la literatura. Cabe resaltar, que no se esperaba que la tonalidad de aplicación tuviera variación con respecto al color observado en la bala de labial. Esto se explica en base a la concentración utilizada para elaborar la base monocromática del labial, que, para otras bases monocromáticas, regularmente en Lê Cleire es del 20% p/p (cinco veces mayor al 4% p/p utilizado en este estudio). Además, en algunos estudios se indica que mientras más alto es el porcentaje de norbixina, las coloraciones tienden a ser más naranjas o amarillentas y por lo contrario si tiene mayor porcentaje de bixina tienden a ser más rojizas. Del mismo modo, el tono dado por el labial también es dependiente del color de piel y características de la misma (Raddatz-Mota y otros, 2017).

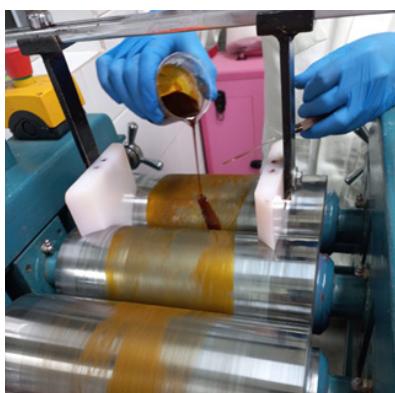
Con respecto a la crema corporal elaborada, esta también presentó buenos resultados, pues los parámetros evaluados están dentro de los límites establecidos para los mismos en la empresa. En la tabla 4 se observa que para los test que no se realizan en Lê Cleire en cremas corporales, al igual que con el labial, existe una diferencia de coloración entre la crema propiamente y la observada en el punto de aplicación. De nuevo, esto se puede atribuir a las características de la piel y a la proporción norbixina/bixina en el extracto sólido obtenido. Además, cabe resaltar, que como se puede ver en el anexo 18, la crema proporciona color sobre la piel de manera casi idéntica a la del labial, aunque el colorante en la misma está en menor proporción. Esta característica puede explicarse con el hecho de que el pigmento es más soluble en formulaciones acuosas, como lo es la crema (emulsión), y de esta forma puede distribuirse de mejor manera. En este punto es importante mencionar que, tanto para la crema como para el labial, el test realizado para verificación de estabilidad de los mismos, bajo radiación UV por 4 horas, presentó buenos resultados ya que el color no mostró mayor cambio, ni las formulaciones en sus características propias. Esto puede indicar que el pigmento no es tan sensible a la degradación por UV en tiempos cortos, pues en estudios previos con mayores tiempos de exposición a luz UV, el pigmento tiende a degradarse lentamente, fuera de esto el pigmento utilizado no mostró alteración en la calidad o cambio en características de las formulaciones elaboradas en base a productos similares distribuidos por Lê Cleire (Satheesahbabu & Haque, 2014).

## REFERENCIAS

- Anilkumar, V., & Dhanaraju, M. D. (2021). A Review on Herbal lipsticks. *Journal of Pharmaceutical Advanced Research*, 4(4), 1179-1190.
- Aswal, A., Kalra, M., & Rout, A. (2013). Preparation and evaluation of polyherbal cosmetic cream . *Der Pharmacia Lettre*, 5(1), 83-88.
- Bijauliya, R. K., Alok, S., Kumar, M., Chanchal , K. D., & Yadav, S. (2017). A comprehensive review on herbal cosmetics. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 8(12), 4930-4949. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.8\(12\).4930-49](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.8(12).4930-49)
- Shahi, Z., Khajeh Mehrizi, M., & Hadizadeh, M. (2017). A Review of the Natural Resources Used to Hair Color and Hair Care Products. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(7), 1026-1030.
- Supriya, A., Dipali , P., Sneha, J., Jagruti , S., & Shital, G. (2022). Formulation and Evaluation of Polyherbal Face Cream. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 2(5), 234-239. <https://doi.org/10.48175/IJARSCT-4803>

## ANEXOS

Figura No. 1



Uso del molino tricilíndrico para fabricación de base monocromática del labial formulado.

Figura No. 2



Labial obtenido utilizando extracto sólido de semilla de achiote (norbixina/ bixina).

Figura No. 3



Verificación de viscosidad en crema corporal formulada con pigmento de achiote

Figura No. 4



Crema formulada utilizando extracto sólido de semilla de achiote

---

# **ESTUDIO EXPLORATORIO: DETERMINACION DE ACRILAMIDA EN PANELA ARTESANAL DE GUATEMALA**

---

Linda María Hernández Zepeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Practicante de EPS de Química en  
Laboratorio INLASA



## **RESUMEN**

Se determinó la cantidad de acrilamida presente en una muestra de panela a través de un proceso de extracción simple y de cuantificación utilizando cromatografía líquida LC/MS/MS, para obtener mayor sensibilidad en el método. Se observó que el equipo presentó la señal correspondiente al analito de interés y a través de una curva de calibración, se determinó que la panela contenía acrilamida, con una concentración de 45.46 ppm, lo que muestra que el compuesto se llega a formar durante la producción de la panela. Se concluyó que el método empleado es confiable, ya que se obtuvo un coeficiente de correlación ( $R^2$ ) de 0.9908; sin embargo, el porcentaje de recuperación fue menor a lo esperado.

## INTRODUCCIÓN

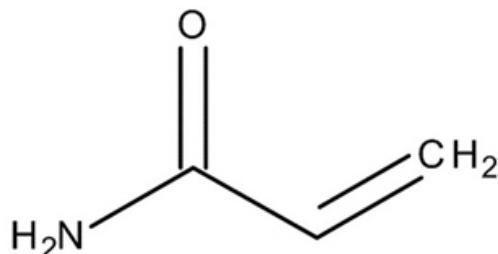
De los procesos más comunes que se utilizan en los alimentos se encuentra el uso de calor para freír, hornear, calentar, pasteurizar o esterilizar alimentos; lo que favorece la formación de compuestos responsables del aroma, color y sabor de los alimentos. Sin embargo, también da lugar a sustancias dañinas para la salud (Berkowitz, et. al., 2012; Vega y Florentino, 2000). Entre los alimentos que utilizan calor durante su proceso de preparación, se encuentra la panela, la cual se obtiene a partir de la concentración de azúcares del jugo de caña. Este proceso favorece a la reacción de Maillard, en donde, por arriba de los 120°C, se favorece la formación de compuestos tóxicos como la acrilamida, considerado como posible carcinógeno para el ser humano (Mesias, Delgado-Andrade, Gómez-Narváez, et. al., 2020).

Debido a este problema, es importante determinar la concentración de acrilamida en alimentos donde el uso de temperaturas altas es importante para el proceso, como lo es la panela. Esto mediante un análisis simple y confiable que permita aislar el compuesto deseado para su cuantificación, por lo que se debe implementar el método utilizando cromatografía líquida y que pueda ser utilizado para futuros análisis en el laboratorio INLASA.

### Acrilamida

González, Navarro y Ronco, publicaron en el año 2021 un artículo sobre la acrilamida en alimentos. En este se explica el mecanismo de reacción, favorecido por la temperatura, así como las fuentes de exposición alimentaria (alimentos con alto contenido de carbohidratos). También mencionan sus posibles efectos en la salud humana, ya que a través de estudios *in vivo* se ha determinado su genotoxicidad, neurotoxicidad y daños al sistema inmunológico. Debido a esto, varias entidades internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), entre otras, han establecido regulaciones y recomendaciones para reducir la concentración de acrilamida en los alimentos (González, Navarro y Ronco, 2021).

Figura No.1: Estructura química de la acrilamida



Fuente: Merck. (2021). Acrilamida.

[https://www.merckmillipore.com/GT/es/product/Acrylamide,MDA\\_CHEM-800830?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.merckmillipore.com/GT/es/product/Acrylamide,MDA_CHEM-800830?ReferrerURL=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F)

### Determinación y cuantificación de acrilamida:

Santín-Sánchez publicó en 2018 una tesis en la Universidad de Piura, titulada: "Evaluación del contenido de acrilamida durante el procesamiento de panela granulada y propuesta de reducción". En la investigación se tomaron varias muestras durante la producción de panela para determinar la concentración de acrilamida en las diferentes etapas, mediante cromatografía líquida en fase reversa. En el estudio se resaltó la importancia de las condiciones de pH y la temperatura durante el procesamiento, por lo que se propuso tener un control sobre esos parámetros en las etapas de clarificación y evaporación, para evitar la formación de acrilamida (Santín, 2018).

En 2019, Arias-Giraldo y López-Velasco, publicaron un artículo sobre las reacciones químicas que ocurren en los azúcares empleados en la industria alimentaria. En este artículo se explican varios mecanismos de reacción que llevan a la formación de productos importantes para la industria, así como sus efectos adversos. Entre estas reacciones se encuentran las que se dan por acción de la temperatura, como la reacción de Maillard; la cual está relacionada directamente con el color, olor y sabor de un alimento. Sin embargo, también es responsable de la formación de compuestos tóxicos como la acrilamida, cuando la temperatura utilizada durante el proceso es superior a 120°C. Según el artículo, las etapas de la reacción de Maillard son:

- Condensación del azúcar reductor y el grupo amino.
- Transposición de los productos de condensación.
- Reacción de los productos de la transposición.
- Polimerización y transformación de compuestos coloreados.

(Arias-Giraldo y López Velasco, 2019).

En el 2020, Rimaicuna y Liviapoma realizaron un trabajo de tesis en donde analizaron acrilamida en jugo de caña y panela granulada, bajo diferentes condiciones de humedad, pH y días de almacenamiento; mediante cromatografía líquida con espectrometría de masas (LC/MS-MS). Los resultados obtenidos mostraron rangos de contenido de acrilamida desde 40 ppm hasta 7475 ppm, en donde la mayoría de las muestras analizadas presentaron valores superiores a los recomendados por la Unión Europea (Rimaicuna & Liviapoma 2020).

De la misma forma, Henao, Petrarca, Aparecida y otros colaboradores, publicaron en 2021 un artículo sobre un método de extracción y análisis del contenido de acrilamida en muestras de panela de diferentes países de Latinoamérica como México, Ecuador, Perú, Colombia, Bolivia y Brasil. Utilizando cromatografía líquida con espectrometría de masas (LC/MS-MS), los investigadores encontraron niveles altos de acrilamida en la panela, atribuyéndolo al proceso de producción poco controlado. Igualmente, mencionan la importancia de crear medidas para mitigar su contenido en el alimento (Henao, Petrarca, Braga, et. al., 2021).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recursos humanos:

Linda María Hernández Zepeda, Practicante de EPS

### Recursos físicos:

Laboratorio de extracción y HPLC de INLASA.

### Recursos materiales:

#### Equipo:

- HPLC-MS/MS
- Columna C18 de 4.6 x 150 mm y 5 $\mu$  de porosidad.
- Centrifugadora

#### Instrumentos:

- Balanza analítica
- Molino triturador de muestra
- Espátula
- Pipeta automática
- Puntas para pipeta

#### Cristalería:

- Balones aforados de 10 mL
- Balones aforados de 50 mL
- Beakers de 10 mL

### Reactivos:

- Acrilamida al 99%
- Acetonitrilo grado HPLC
- Agua desionizada grado HPLC
- Ácido fórmico al 0.1%
- Sulfato de magnesio
- Cloruro de sodio

### Métodos:

#### Curva de calibración:

Preparar soluciones de acrilamida a partir del estándar con las siguientes concentraciones:

- 40 ppb
- 50 ppb
- 80 ppb

#### Tratamiento de la muestra:

Triturar la muestra de panela y pesar 1g. Añadir 10 mL de agua y 10 mL de acetonitrilo a la muestra pesada y colocar en el vórtex durante un minuto. Al finalizar, añadir 1.5 g de sulfato de magnesio y cloruro de sodio (4:1) y agitar nuevamente. Centrifugar la muestra a 4000 RPM por 6 minutos, filtrar e inyectar en el equipo. El tiempo estimado de elución es de 3 minutos.

#### Análisis por LC-MS-MS:

Columna: C18 de 2.1 x 50 mm y 1.7  $\mu$ m de porosidad  
Fase móvil:

Tiempo (min)	Agua + Ácido fórmico 0.1%	ACN
0 - 0.5	40	60
0.5 - 1.20	50	50
1.20	40	60

Volumen de Inyección: 0.5  $\mu$ L

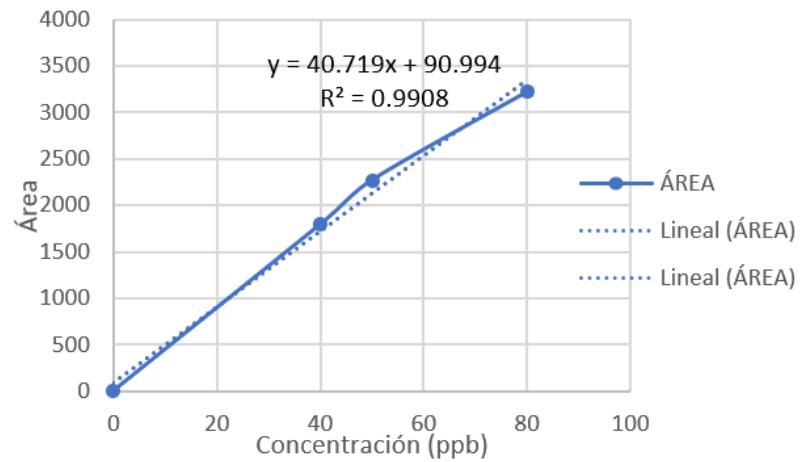
Flujo: 0.2 mL/min

Ionización: ESI +

Nebulizador: 60 psi

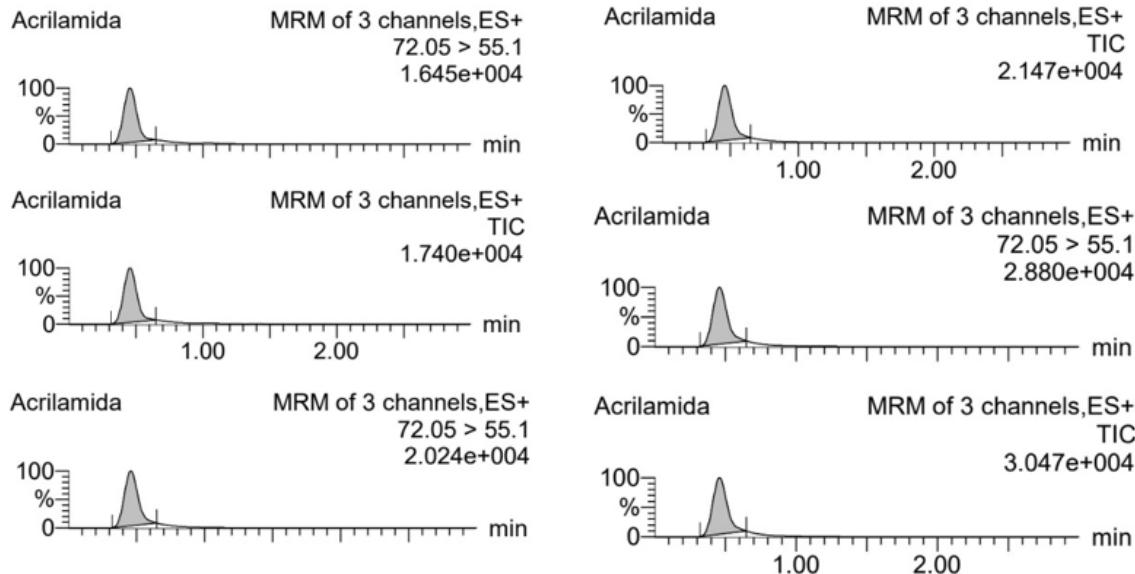
## RESULTADOS

Figura No.1: Curva de calibración de acrilamida



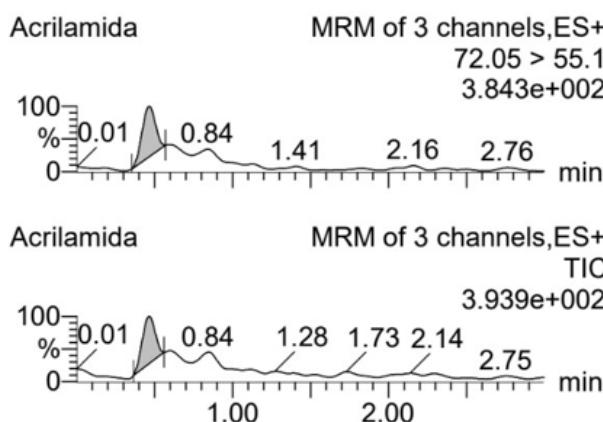
Fuente: Datos experimentales obtenidos en INLASA.

Figura No.2: Cromatograma de solución de acrilamida de 40, 50 y 80 ppb.



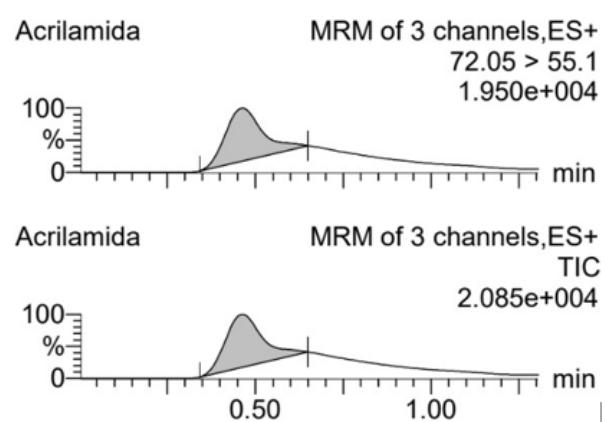
Fuente: Datos experimentales obtenidos en INLASA.

Figura No.3: Cromatograma de muestra de acrilamida.



Fuente: Datos experimentales obtenidos en INLASA.

Figura No.4: Cromatograma de muestra de acrilamida contaminada con solución de estándar de acrilamida de 80 ppb.



Fuente: Datos experimentales obtenidos en INLASA.

Cuadro No.1: Tiempo de retención y área de estándares de acrilamida y muestra de panela.

Nombre	Área	RT
<b>STD 40 ppb</b>	1794.087	0.45
<b>STD 50 ppb</b>	2270.492	0.46
<b>STD 80 ppb</b>	3221.642	0.46
<b>Panela contaminada</b>	29.276	0.46
<b>Panela</b>	1941.975	0.46

Fuente: Datos experimentales obtenidos en INLASA.

Cuadro No.2: Tiempo de retención y área de estándares de acrilamida y muestra de panela.

Muestra	Concentración	% Recuperación
<b>Panela</b>	45.46 ppm	58.72%

Fuente: Datos experimentales obtenidos en INLASA.

## DISCUSIÓN

Para determinar la acrilamida en la panela, primero se utilizó un método de extracción simple mediante "QuEChERS", el cual consiste en añadir sales (sulfato de magnesio y cloruro de sodio) en exceso para eliminar todas las posibles interferencias de la matriz, principalmente el azúcar. La extracción (ver anexo 13.1) se realizó en agua y acetonaítrilo en proporción 1:1 para separar los interferentes en la fase acuosa y la acrilamida en la fase orgánica (Agilent Technologies, 2019).

El contenido de acrilamida en panela se determinó mediante cromatografía líquida con espectrometría de masas (LC-MS-MS) con el objetivo de obtener mayor sensibilidad en el método. Para esto se realizó una curva de calibración utilizando un estándar de acrilamida, a partir de la cual se construyó una recta y se obtuvo el coeficiente de correlación ( $R^2$ ) con un valor de 0.9908 (ver figura No.1), lo que indica que el método empleado es confiable (Henao, et. al., 2021).

Los tiempos de retención obtenidos en cada solución de acrilamida fueron similares entre sí (ver cuadro No.1). Este también permitió identificar la señal de acrilamida en la muestra a identificar, ya que se obtuvo el mismo valor. Finalmente, se encontró que la muestra de panela analizada contenía 45.46 ppm de acrilamida, lo que indica que, a pesar de tener una baja concentración, la acrilamida sí se forma en el proceso de producción del alimento (Mesias, Delgado-Andrade, Gómez-Narváez, et. al., 2020). Por último, se obtuvo el porcentaje de recuperación, el cual fue 58.72%, lo que representa un valor por debajo de lo esperado (70%), lo que puede ser debido a la cantidad de muestra utilizada, el proceso de extracción y/o las interferencias de la matriz; por lo que el proceso debe ser mejorado y así aumentar este valor (Henao, et. al., 2021; Agilent Technologies, 2019).

## REFERENCIAS

Arias-Giraldo, S., & López-Velasco, D. M. (2019). Reacciones químicas de los azúcares simples empleados en la industria alimentaria. Lámpsakos, (22), 123-135.

Berkowitz, D. E., Malagié, M., Jensen, G., Smith, J. G. D. L., Svagr, J. J., Spiegel, J., ... & Pant, N. M. (2012). Industria alimentaria. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

González, V., Navarro, C., & Ronco, A. M. (2021). Acrilamida en los alimentos: Valores de referencia,

recomendaciones y acciones de mitigación. Revista chilena de nutrición, 48(1), 109-117.

Henao, S. J., Petrarca, M. H., Braga, P. A. C., & Arissetto, A. P. (2021). Acrylamide in non-centrifugal sugar from Latin American markets: in-house validation of an LC-MS/MS method, dietary exposure assessment and risk characterisation in Brazil and Colombia. Food Additives & Contaminants: Part A, 38(9), 1456-1469.

Mesias, M., Delgado-Andrade, C., Gómez-Narváez, F., Contreras-Calderón, J., & Morales, F. J. (2020). Formation of acrylamide and other heat-induced compounds during panela production. Foods, 9(4), 531.

Rimaicuna Zurita, D. P., & Liviapoma Correa, A. M. (2020). Cuantificación de acrilamida y humedad de panela granulada por los factores de almacenamiento de caña, regulador del jugo y temperatura de salida. Perú. 2019.

Santín, M. (2018). Evaluación del contenido de acrilamida durante el procesamiento de panela granulada y propuesta de reducción (Doctoral dissertation, Universidad de Piura).

Vega, P. V., & Florentino, B. L. (2000). Toxicología de alimentos. Centro Nacional de Salud Ambiental: México.

## ANEXOS



Fuente: Fotografía tomada en INLASA, S.A.

