



VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD

Experiencias comunitarias en la
UABJO, UNACH y UAEM

Coordinadores

**Héctor Ulises Bernardino Hernández • Crispín Herrera Portugal
Honorio Torres Aguilar**

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD

Experiencias comunitarias en la
UABJO, UNACH y UAEM

Héctor Ulises Bernardino-Hernández

Crispín Herrera Portugal

&

Honorio Torres Aguilar

Coordinadores

Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca
Universidad Autónoma de Chiapas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Asociación Nacional de Docentes Universitarios A. C.
Consejo Oaxaqueño de Ciencia, Tecnología e Innovación

Copyright © 2021

Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca

Universidad Autónoma de Chiapas

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Asociación Nacional de Docentes Universitarios A. C.

Consejo Oaxaqueño de Ciencia, Tecnología e Innovación

Portada: Omar Cortés

Responsable de la Edición:

Dr. en C. Héctor Ulises Bernardino-Hernández

International Edition

All rights reserved

Printed in North Charleston, South Carolina, United States of America

ISBN-13: 9798673096192

El contenido total de este libro fue sometido a evaluación para su dictaminación aprobatoria, en el sistema de doble ciego a través de expertos investigadores *ad hoc* en cada una de las áreas y externos a la Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca. En la presente edición se utilizaron los servicios editoriales de la Asociación Nacional de Docentes Universitarios A.C.

Todos los contenidos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor o de las instituciones que participaron en el arbitraje y en el proceso editorial.

Se autoriza la reproducción parcial o total de este libro con fines educativos y de investigación, siempre que se cite la fuente y no se use con fines de lucro.

Para más información comuníquese a: contacto@profesoresuniversitarios.org.mx

O visite la página web del libro: www.profesoresuniversitarios.org.mx/publicaciones.html

La presente publicación ha sido posible gracias a los recursos provenientes del Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE) 2018, gestionados a través de la Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca y del apoyo 2020/INTER-PUBLIC/A796 del Programa Editorial Institucional para el Fomento de Publicaciones Científicas de Profesores Universitarios Latinoamericanos y el Fondo de Apoyo a Jóvenes Investigadores de la Asociación Nacional de Docentes Universitarios A. C. Ambos programas tienen como objetivo incentivar la producción científica de jóvenes investigadores y profesores universitarios y servir de puente para que investigadores consolidados compartan un espacio editorial con investigadores noveles, de tal manera que se retroalimente y enriquezca el trabajo de todos los involucrados. La presente publicación ha superado un proceso de arbitraje realizado por investigadores internacionales independientes a los autores. La presente obra, fue producto del trabajo colegiado de Cuerpos Académicos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chiapas y de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Todas las organizaciones agradecen la participación de los académicos de prestigio que con su generosa aportación en esta publicación alientan el trabajo científico.

IN MEMORIAM

Dr. José Santos Ángeles Chimal
1 de agosto de 1960- 28 de febrero de 2021



Dr. Jesús Santa Olalla Tapia
23 de octubre de 1962 - 26 de abril de 2021



CONTENIDO

PRESENTACIÓN	9
Héctor Ulises Bernardino Hernández, Honorio Torres Aguilar & Crispín Herrera Portugal	
I. INTRODUCCIÓN	11
Héctor Ulises Bernardino Hernández, José Ángel Cueva Villanueva & Gabriel Sánchez Cruz	
II. LA VINCULACIÓN COMUNITARIA EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR: EL CASO DE LA UABJO, UNACH Y UAEM	17
José Ángel Cueva Villanueva, Héctor Ulises Bernardino Hernández, Leobardo Reyes Velasco, Crispín Herrera Portugal & José Santos Ángeles Chimal	
III. ENTEROBIOSIS EN POBLACIÓN ESCOLAR DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO TLAZOYALTEPEC, OAXACA	47
Jaime Vargas Arzola, Yonic Iván Ramírez Caballero, Mayra Patricia Gaspar Aguilar, Mario Alfredo Urbina Mata & Héctor Ulises Bernardino Hernández	
IV. DESCUBRIENDO HEMOGLOBINOPATÍAS EN POBLACIÓN AFROMEXICANA DEL ESTADO DE OAXACA	59
Honorio Torres Aguilar, Luis Alberto Hernández Osorio, Lucía Lourdes Martínez Martínez, Jaime Vargas Arzola & Sergio Roberto Aguilar Ruíz	
V. ANÁLISIS CLÍNICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN INFANTES DE ESTANCIAS INFANTILES DEL VALLE DE OAXACA	69
Adriana Moreno Rodríguez, Rafael Torres Rosas, Liliana Argueta Figueroa, Asela Garnica Sánchez & Yobana Pérez Cervera	
VI. PANORAMA ACTUAL DE <i>Trypanosoma cruzi</i> EN OAXACA Y BÚSQUEDA DE NUEVAS MOLÉCULAS CON ACTIVIDAD ANTICHAGÁSICA	83
Adriana Moreno Rodríguez, Juan Luis Bautista Martínez, José Antonio de Fuentes Vicente, Maribel Arroyo Carranza & Yobana Pérez Cervera	
VII. ADHERENCIA AL TRATAMIENTO CON PLANTAS MEDICINALES EN PACIENTES CON ENFERMEDADES CRÓNICO DEGENERATIVAS EN LA CAPITAL DE OAXACA	95
Arturo Zapién Martínez, Leobardo Reyes Velasco, Gabriel Sánchez Cruz & José Ángel Cueva Villanueva	

VIII. DOSIFICACIÓN DE MEDICAMENTOS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS EN OAXACA	109
Leobardo Reyes Velasco, Asela Garnica Sánchez & Gabriel Sánchez Cruz	
IX. DETECCIÓN DE HIPERGLICEMIAS, EN COMUNIDADES VULNERABLES DEL MUNICIPIO DE TUXTLA CHICO, CHIAPAS, DEL AÑO 2012-2016. UNIDAD DE VINCULACIÓN DOCENTE	125
Velía Vela Arévalo, Guadalupe Franco Sánchez, Crispín Herrera Portugal, Humberto Octavio Barrientos Becerra, Marco Antonio Jimeno Zavala & Miguel Ángel Hernández Balboa	
X. LA MEDICINA TRANSFUSIONAL EN MÉXICO: AVANCES EN LA DETECCIÓN DE LA INFECCIÓN POR <i>Trypanosoma cruzi</i> POR MÉTODOS MOLECULARES	149
José Santos Ángeles Chimal, Amairani Gutiérrez Reyna, Lizeth Rivas Pacheco & Jesús Santa Olalla Tapia	
XI. IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE TRES ENFERMEDADES ZONÓTICAS TRANSMITIDAS POR BOVINOS EN EL ESTADO DE OAXACA	183
Ericel Hernández García	
XII. MODELO MICROECONÓMICO DE DOS MUNICIPIOS RURALES DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA Y LOS MERCADOS GLOBALES	193
Alicia Sylvia Gijón Cruz, Rafael G. Reyes-Morales, Edgar Caballero-López & Nadia Esteva Durán	
CUERPOS ACADÉMICOS	203

PRESENTACIÓN

Héctor Ulises Bernardino Hernández¹,
Honorio Torres Aguilar¹ & Crispín Herrera Portugal²

La presente obra es el resultado de la interacción y el trabajo colegiado de seis cuerpos académicos, cuatro de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (Química, Salud y Desarrollo Regional UABJO-CA-49, Investigación en Salud UABJO-CA-63, Inmunología y Microbiología Clínica UABJO-CA-65 y Química y Salud Ambiental UABJO-CA-71), uno de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chiapas (Salud Ambiental y Ocupacional UNACH-CA-49) y otro de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (Fisiología y Fisiopatología UAEMOR-CA-7S).

El libro resulta relevante, por ser el producto de varios años de esfuerzo colectivo que los investigadores de los diferentes Cuerpos Académicos de las Universidades involucradas, han realizado en distintas comunidades rurales de los estados de Oaxaca, Chiapas y Morelos, respectivamente; para atender las necesidades más apremiantes en materia de salud, a través del proceso de vinculación comunitaria. El libro brinda a sus

¹ Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Líder del CA *Química y Salud Ambiental* UABJO-CA-71 e *Inmunología y Microbiología Clínica* UABJO-CA-65, respectivamente.

² Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Líder del CA *Salud Ambiental y Ocupacional* UNACH-CA-49.

lectores, información que contribuye al reconocimiento de la función social que una Institución de Educación Superior debe brindar a la sociedad, lo que, sin duda, podría motivar e incentivar a continuar con otras experiencias para atender la diversidad de problemas de salud que aquejan el sureste y centro mexicano.

Los Cuerpos Académicos agradecen la participación de los académicos, estudiantes y tesistas que participaron con sus diferentes contribuciones, para la elaboración de la presente publicación. Un agradecimiento especial, a los investigadores que realizaron el proceso de arbitraje, sus comentarios y observaciones, fueron sumamente valiosos para elevar la calidad académica del presente libro.

INTRODUCCIÓN

Héctor Ulises Bernardino Hernández¹,
José Ángel Cueva Villanueva¹ & Gabriel Sánchez Cruz¹

Las universidades públicas o instituciones de educación superior (IES) de México, han tenido dos funciones sustantivas: docencia, investigación, extensión y tutorías. La primera ha sido la más relevante (Arechavala y Sánchez, 2017), formando recursos humanos que respondan al mercado laboral en función de su perfil de egreso, poniendo sus conocimientos al servicio de los sectores productivos y sociales. La segunda ha sido importante en la producción y aplicación del conocimiento, así como la perpetuación de la cultura. Gradualmente las IES se han transformado incorporando nuevas funciones como la extensión² y las tutorías. Adicionalmente, en forma reciente, se ha incluido una nueva función que permite atender las necesidades más apremiantes de la sociedad en la zona o región de influencia en donde se encuentra ubicada la IES, denominada vinculación con la

¹ Profesores Investigadores de Tiempo Completo y miembros del CA Química y Salud Ambiental (UABJO-CA-71) de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.

² La función de la extensión universitaria (también llamada extensión de la cultura y servicios), no es motivo de la presente obra, por lo que no se profundizará en su definición y se limitará a lo que Ruíz (1992) señala: el concepto de extensión universitaria es confuso, por una parte, se entiende como la difusión de las manifestaciones artísticas y a veces, como la difusión del conocimiento científico. Por otro lado, también se le conoce como la extensión de los servicios que brinda una universidad, que incluye la docencia (educación continua, centros de lenguas extranjeras, formación de profesores, capacitación de personal administrativo), los servicios de apoyo a la docencia e investigación (biblioteca, servicio social, orientación vocacional, producción editorial y audiovisual), los servicios asistenciales a la comunidad externa (bufetes jurídicos, servicios de salud, asesoría técnica, entre otros) y los servicios a estudiantes (recreación, deporte, becas, dormitorios, por citar algunos ejemplos). Existe una multiplicidad de significados en cuanto a su término, su concepto y las actividades que la integran, varían con respecto al perfil académico, estructura de funcionamiento académico-administrativo, dinámica político sociocultural, capacidad de recursos financieros y planes de desarrollo de cada Universidad Pública del país, los cuales son cambiantes, de acuerdo a las correspondientes autoridades en turno (Fresán, 2004).

sociedad (Campos y Sánchez, 2005). Dicha función, está altamente ligada a los avances en materia de investigación y docencia que cada planta académica logre, de esta manera las universidades ofrecen sus servicios a la sociedad, articulando academia–investigación–sociedad, para llegar a las poblaciones más necesitadas de su área de influencia.³

El concepto de vinculación tiene múltiples definiciones, una de las primeras y de tantas, es la propuesta por el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos, que la define como *“el proceso de trabajar colaborativamente con y a través de grupos de personas afiliadas por su proximidad geográfica, intereses especiales o situaciones similares para hacer frente a circunstancias que afectan su bienestar”* (McCloskey et al., 2011, p.3).

Este término se ha integrado y relacionado con el quehacer de las IES en los últimos años, en sus orígenes, aludía a los términos difusión y extensión universitarias. A través de los años, ha sufrido una serie de cambios en su interpretación, concepto y significado. De la diversidad de conceptos destacan dos vertientes: la primera que considera la relación de las IES con el sector productivo (empresa o industria) principalmente en los países desarrollados; la segunda lo relaciona al sector social, incluidos los diferentes niveles de gobierno, principalmente en América Latina. Para México, recientemente se ha delimitado a las relaciones de las IES con el sector productivo y de servicios a la sociedad (Alcántar y Arcos, 2004).

La ANUIES (2000, p.220) la concibe como *“el proceso que vincula las IES con los sectores productivos y que contribuye positivamente en diversos aspectos tales como la formación y actualización de alumnos y académicos; la solución de problemas a nivel local, regional y nacional; la formación pedagógica de la planta docente; la innovación y mejora de los procesos que tienen lugar en ambas partes, así como en la inserción efectiva en la vida cultural y comunitaria”*. En congruencia, diversas IES han desarrollado su propia

³ De la misma manera que la extensión universitaria, la tutoría no es motivo de la presente obra. De acuerdo con Romo (2011) de la ANUIES, que rescata a Álvarez Pérez (2002, p. 33), se define como *“un proceso cooperativo de acciones formativas y secuenciadas, estrechamente vinculadas a la práctica educativa y con una clara proyección hacia la madurez global del individuo, mediante las cuales se le enseña a aprender, comprender, reflexionar y decidir de manera comprometida, responsable y autónoma”*.

definición. Por ejemplo, la Universidad Tecnológica de San Luis Río Colorado, Sonora⁴, México, la define como *“la relación que establece la universidad con los sectores productivos de bienes y servicios públicos y privados, instituciones de educación y la sociedad para beneficio de ambas partes”*. Otras, han incluido esta función en su organigrama y estructura operativa, por ejemplo, las universidades interculturales, entre ellas la Universidad Intercultural de Chiapas⁵, la Universidad Intercultural del Estado de Tabasco⁶ y la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán⁷, entre otras.

Casillas y Santini (2006), mencionan que la vinculación debe ser un proceso integral que debe articular las funciones sustantivas de docencia, investigación, extensión de la cultura y los servicios de las IES, mediante la implementación de acciones para la atención de las necesidades y problemas específicos que una determinada población requiere, para coadyuvar en la mejora de su desarrollo social, cultural y productivo. A través de lo anterior, se obtiene información y experiencia que enriquece la formación profesional de los recursos humanos, así como el mejoramiento académico continuo.

Una definición más reciente de la vinculación comunitaria que involucra diversos puntos de vista de diferentes autores es la siguiente:

“La vinculación comunitaria es aquella que busca establecer relaciones de colaboración con los actores y los espacios económicos, socioculturales, ambientales e institucionales del entorno para generar situaciones de aprendizaje y, al mismo tiempo, contribuir a mejorar la situación de vida de la población en general, pero particularmente de la que se encuentra en condiciones de vulnerabilidad” (Navarro-Martínez, 2018, p.100).

Bajo este contexto, el presente libro documenta algunas experiencias de vinculación comunitaria realizadas por equipos de trabajo de investigadores y estudiantes, en diversas comunidades que se encuentran en el área de influencia de las Facultades de Ciencias

⁴ https://www.utslrc.edu.mx/inicio?page_id=179

⁵ <https://www.unich.edu.mx/organigrama/>

⁶ <http://www.uiet.edu.mx/organigrama.php>

⁷ <https://uiim.edu.mx/organigrama>

Químicas (FCQ) de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO), la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). La estructura del libro se divide en capítulos, en el primero y segundo se documentan los antecedentes que sustentan la función de la vinculación con la sociedad para cada Facultad; en los capítulos siguientes se describen las distintas experiencias de vinculación y los principales resultados logrados para cada proceso.

Para el caso de la FCQ de la UABJO, se describen ocho experiencias en el estado de Oaxaca, la primera en la atención por enterobiosis en la población que habita la comunidad de Santiago Tlazoyaltepec ubicada en la región de la mixteca, la segunda en la identificación de hemoglobinopatías en Santa María Cortijo perteneciente a la región de la costa, la tercera en el programa de intervención en salud en estancias infantiles del valle de Oaxaca, la cuarta aborda el potencial antichagásico de tiosemicarbazonas, la quinta la adherencia de preparaciones farmacéuticas con extractos vegetales en pacientes con enfermedades crónico degenerativas, la sexta la dosificación de medicamentos en pacientes pediátricos, la séptima el impacto socioeconómico de tres enfermedades zoonóticas transmitidas por bovinos y la octava, un modelo microeconómico de dos municipios rurales de la mixteca oaxaqueña. Para el caso de la UNACH, la experiencia de vinculación se relaciona con la detección de hiperglicemias en la costa de Chiapas. Finalmente, para la UAEM la experiencia gira en torno a los avances en la detección de la infección de *Trypanosoma cruzi*.

REFERENCIAS

- Alcántar, E.V.M. y Arcos V.J.L. (2004) La vinculación como instrumento de imagen y posicionamiento de las instituciones de educación superior. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 6(1), 1-12
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior [ANUIES] (2000) *La Educación Superior en el Siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo*. Disponible en <https://www.ses.unam.mx/curso2016/pdf/12-ago-anuies.pdf>

Introducción

- Arechavala, V.R. y Sánchez C.C.F. (2017) Las universidades públicas mexicanas: los retos de las transformaciones institucionales hacia la investigación y la transferencia de conocimiento. *Revista de la Educación Superior*, 46(184) 21–37.
- Campos, R.G. y Sánchez D.G. (2005). La vinculación universitaria: Ese oscuro objeto del deseo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7 (2), 1-13.
- Casillas, L. y Santini, L. (2006). *Universidad Intercultural. Modelo Educativo*. Secretaría de Educación Pública-Coordinación General de Educación Intercultural Bilingüe.
- Fresán, O.M. (2004) La extensión universitaria y la Universidad Pública. *Reencuentro*, 39, 47-54.
- McCloskey, D., McDonald, M.A., Cook J., Heurtin-Roberts S., Updegrove S., Sampson, D., Gutter, S. & Eder, M. (2011) Community Engagement: Definitions and Organizing Concepts from the Literature. En Clinical and Translational Science Awards Consortium Community Engagement Key Function Committee Task Force on the Principles of Community Engagement (Eds) Principles Ofcommunity Engagement, 2ª Edición. (pp.1-42) U.S. Departament of Health & Human Services.
- Navarro-Martínez, S.I. (2018) Perspectivas y alcances de la vinculación comunitaria. El caso de la Universidad Intercultural de Chiapas, Unidad Oxchuc. LiminaR. *Estudios Sociales y Humanísticos*, 16(1), 88-102.
- Romo, L.A. (2011) *La tutoría: una estrategia innovadora en el marco de los programas de atención a estudiantes*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, Dirección de Medios Editoriales (Colección Cuadernos Casa ANUIES).
- Ruíz, L.L. (1992) La extensión de la cultura y los servicios en las universidades públicas del país. *Revista de la Educación Superior*, 21(81), 1-25.
http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista81_S1A1ES.pdf

LA VINCULACIÓN COMUNITARIA EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR: EL CASO DE LA UABJO, UNACH Y UAEM

José Ángel Cueva Villanueva¹, Héctor Ulises Bernardino Hernández¹,
Leobardo Reyes Velasco¹, Crispín Herrera Portugal² & José Santos Ángeles Chimal³

La vinculación ha cobrado importancia en las últimas décadas, dado que es una vía de impacto social mediante el cual, las Instituciones de Educación Superior (IES) en el ámbito de sus competencias, influyen en la búsqueda de soluciones a problemas sociales, ambientales y productivos en el área de influencia donde se encuentren ubicadas. El quehacer de las IES, está regido y regulado por el Plan Nacional de Desarrollo (PND) en turno, el Plan Estatal donde se ubique y el Plan Institucional de Desarrollo de cada institución. En el presente capítulo, se estudian los casos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (FCQ, UABJO), de la Universidad Autónoma de Chiapas (FCQ, UNACH) y de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (FM, UAEM), que tienen semejanzas y diferencias en las diversas experiencias de construcción de la vinculación comunitaria como parte de su quehacer académico cotidiano.

¹ Profesores Investigadores de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Miembros del CA Química y Salud Ambiental (UABJO-CA-71).

² Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Miembro del CA Salud Ambiental y Ocupacional (UNACH-CA-49).

³ Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Miembro del CA Fisiología y Fisiopatología (UAEMOR-CA-75).

De acuerdo con lo anterior, la vinculación comunitaria que deberán realizar las diversas IES a nivel nacional durante el presente sexenio, se ve plasmado en el PND 2019-2024, en el Eje General Bienestar y en particular en su objetivo 2.2. que dice: “Garantizar el derecho a la educación laica, gratuita, incluyente, pertinente y de calidad en todos los tipos, niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional y para todas las personas” (PND, 2019). Y que señala como estrategia específica el punto 2.2.2.: “Elevar la calidad y pertinencia de la educación en todos los tipos, niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional, considerando la accesibilidad universal y partiendo de las necesidades primordiales de la población y de la comunidad” (PND, 2019).

Cada estado, elabora su propio plan de desarrollo de acuerdo con las necesidades estatales, adaptándolo a los lineamientos que determina la federación. Para Oaxaca, la vinculación está integrada en el Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022, de manera específica en el eje estratégico I: Oaxaca incluyente con el desarrollo social, que establece con respecto al rubro educativo:

Con la finalidad de disminuir el rezago en el estado, se debe potenciar una educación incluyente, equitativa y de calidad, así como favorecer la dignificación de la función docente. Es también una tarea de esta Administración y de la sociedad, articular la Educación Media Superior y Superior con el sector productivo, a través del impulso a la formación de capacidades productivas, tecnológicas y de la vinculación y transferencia del conocimiento, pilares del desarrollo regional sustentable (Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca, 2015).

Para Chiapas, la vinculación se encuentra integrada en el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024, y de manera específica en el eje estratégico 3. Educación ciencia y cultura; que plantea:

Es imprescindible garantizar que la educación sea inclusiva y promueva oportunidades para todos, a fin de reafirmar el compromiso con los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Un elemento significativo para promover el desarrollo sostenido de la entidad es la ciencia, tecnología, innovación y comunicaciones, las cuales deben ser vinculadas a un sistema de enseñanza con

calidad que permita mejorar las condiciones de bienestar de la población e impulsar la competitividad y la productividad en todos los sectores (Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas, 2019).

Para el estado de Morelos, la vinculación se encuentra integrada en el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024, de acuerdo con el objetivo estratégico 3.6. que señala: “Garantizar una educación de equidad y calidad, y promover oportunidades de aprendizaje permanente que permitan el desarrollo armónico del individuo para integrarse y construir una mejor Sociedad” (Plan Estatal de Desarrollo de Morelos, 2019).

En este contexto, las IES deben articular su quehacer con el crecimiento de la sociedad, y promover la formación de recursos humanos de alto nivel que contribuyan a mejorar las condiciones de bienestar de la población.

CASO DE LA FCQ DE LA UABJO

De acuerdo con la reseña histórica realizada por la propia Universidad, el 26 de agosto de 1826, siendo gobernador del estado de Oaxaca el Lic. José Ignacio Morales, se expidió la Ley de Instrucción Pública en la que se dispuso la creación del Instituto de Ciencias y Artes del Estado, fundándose el 8 de enero de 1827 en la capital del estado⁴. Las primeras cátedras fueron Medicina, Cirugía, Derecho Civil y Natural, Derecho Público, Derecho Canónico e Historia Eclesiástica, Economía Política, Estadística, Física y Geografía, Lógica Matemáticas, Ética, Inglés y Francés. Por las aulas de este Instituto, estudiaron Benito Juárez, Porfirio Díaz y Matías Romero. El 23 de diciembre de 1931, se otorgó la autonomía al Instituto para denominarse Instituto Autónomo de Ciencias y Artes del Estado de Oaxaca (IACAEO), bajo el gobierno de Heliodoro Díaz Quintas. El 17 de enero de 1955, por decreto de la XLII Legislatura Local, el IACAEO se instituye como la Universidad Benito Juárez de Oaxaca (UBJO), siendo gobernador el General Manuel Cabrera Carrasquedo. El 24 de agosto de 1971, por decreto No. 276 de la XLVII Legislatura Local, se concede la autonomía a la Universidad, erigiéndose como Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO). La Universidad actualmente se encuentra afiliada a la ANUIES (Buendía, 2014;

⁴ <http://www.uabjo.mx/historia>

Yescas, 2006). Oaxaca, fue el primer estado que instituyó una Escuela de Farmacia a nivel nacional, creándose en 1927 las carreras de Farmacéutico y Profesores de Enfermería y Obstetricia. En 1973, se creó la Escuela de Ciencias Químicas con la carrera terminal de Técnico en Laboratorio Clínico, inscribiéndose la primera generación en septiembre de 1974. En 1977, desaparece la carrera técnica y se crea el bachillerato especializado de Laboratorista Clínico Biólogo (LCB) especializado en el Área Químico Biológica, con la intención de que los estudiantes pudieran ingresar a las licenciaturas de Medicina, Veterinaria y otras afines al perfil. La última generación de LCB fue la de 1985-1989, ya que la reestructuración de la Escuela se enfocó a la educación superior. De esta manera en 1981, fueron creadas las licenciaturas de Químico Agrónomo (LQA) y Químico Biólogo (LQB), la primera generación inició actividades el 8 de octubre de ese mismo año. En 1995, desaparece la LQA debido a la escasa demanda; ese mismo año surge la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo (LQFB). En 2009, se fusiona la LQFB con la LQB por recomendación de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIIES), permaneciendo vigente hasta la actualidad la LQFB. El 5 de septiembre de 2005, inicia el programa de Maestría en Ciencias Químico Biológicas, con lo que la Escuela se eleva al rango de Facultad el 15 de diciembre del mismo año. El Doctorado en Ciencias Químico Biológicas, inició sus actividades el 9 de octubre de 2008 (Facultad de Ciencias Químicas, 2016a). Actualmente, la Facultad elabora su propio Plan Estratégico de Desarrollo (PED-FCQ) que se modifica y se adapta a las líneas que establece la Dirección y Rectoría. Para el período 2015-2018, en el PED-FCQ se contemplaba como eje estratégico en su apartado 11: El mejoramiento y fortalecimiento de la vinculación, mediante dos objetivos: Incrementar la vinculación con municipios, organizaciones sociales y en especial con el sector productivo e impulsar un programa de apoyo a los estudiantes en aspectos de actitud y valores que propicien una formación integral, así como incrementar su aceptación en el sector productivo (Facultad de Ciencias Químicas, 2016b). A su vez, responde al Plan Institucional de Desarrollo 2016-2020 de la UABJO que, en la dimensión de una Nueva Cultura Universitaria, establece como una de sus políticas la *“Vinculación de la UABJO con los distintos sectores de la sociedad oaxaqueña a partir de la implementación de proyectos que atiendan problemáticas reales planteadas por empresas, dependencias gubernamentales, universitarias y organizaciones sociales”* (UABJO, 2017a).

El actual mapa curricular de la Lic. en Químico Farmacéutico Biólogo, contempla 52 asignaturas, distribuidas en cuatro fases: Básica (9), Media (17), Profesionalizante (21) y de Integración (5) (Tabla 1). A pesar de no contar con alguna asignatura específica relacionada con la adquisición de conocimientos y habilidades por parte de los estudiantes para la vinculación comunitaria, los docentes impulsan el trabajo comunitario, generalmente después de haber cubierto por lo menos el 50% de los créditos, es decir cuando los estudiantes se encuentran en 5º o 6º semestre.

De acuerdo con lo anterior y a través de la Coordinación de Vinculación de la Facultad, la Dirección financia brigadas de atención a la salud para la población rural o urbana que lo solicita, con la finalidad de que los estudiantes tengan un espacio para adquirir experiencia y complementar su formación profesional, y a la vez, atender alguna problemática que aqueja a la sociedad. Dicho financiamiento proviene de diversos programas de la Secretaría de educación Pública en la cual se fomenta la vinculación y responsabilidad social, destacando el Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa (PFCE), que se somete a concurso de manera anual (UABJO, 2017b). Además de lo anterior, los docentes en el marco de sus proyectos de investigación, proveen de los recursos necesarios para solventar los gastos de operación de las brigadas que realizan.

Tabla 1.

Mapa curricular de la Lic. en Químico Farmacéutico Biólogo de la FCQ de la UABJO.

Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	Quinto	Sexto	Séptimo	Octavo	Noveno
Matemáticas	Cálculo diferencial e integral	Métodos estadísticos		Bioquímica metabólica	Análisis clínicos especiales	Tecnología farmacéutica	Biofarmacia	Sistemas de calidad
Filosofía de la ciencia	Anatomía humana	Fisiología humana	Bioquímica	Epidemiología	Serie roja	Serie blanca y hemostasia	Farmacia hospitalaria y comunitaria	Fármaco vigilancia
Comunicación oral y escrita	Metodología de la investigación	Principios de química orgánica	Reactividad de compuestos orgánicos	Química heterocíclica	Espectrometría	Parasitología	Ética del desempeño profesional	Legislación y normatividad sanitaria
Introducción al laboratorio y bioseguridad	Física	Termodinámica	Cinética química	Farmacología general	Toxicología	Farmacología aplicada	Micología y virología	Administración
Química general	Química inorgánica	Equilibrios simples	Determinaciones analíticas	Electroquímica y cromatografía	Inmunología	Calidad del agua	Aguas residuales	Sistemas de tratamiento y purificación de aguas
Inglés técnico		Biología celular	Biología molecular	Microbiología general	Bacteriología clínica	Fitoquímica	Proyecto de investigación	Seminario de investigación
Fase:	Básica	Media	Profesionalizante			Integración		

CASO DE LA FCQ DE LA UNACH

La Universidad Autónoma de Chiapas fue fundada el 18 de septiembre de 1974, con la finalidad de formar profesionales cuya conciencia sea la necesidad de servicio a la comunidad de donde provienen, además de vincularlos con la problemática social y económica de la región (Universidad Autónoma de Chiapas, 2000).

El 8 de septiembre de 1975 se fundó en la Ciudad de Tapachula, Chiapas, la Escuela de Ciencias Químicas con la finalidad de coadyuvar en el desarrollo socioeconómico del Estado, formando profesionales en las licenciaturas de Químico Farmacobiólogo e Ingeniero Bioquímico en Alimentos. Fue una comisión de profesores enviada por la ANUIES quienes estructuraron el primer plan de estudios de Químico Farmacobiólogo. Este plan constaba de 9 semestres, con un total de 425 créditos, todos ellos obligatorios. Los semestres 1–4, se consideraron como tronco común o Ciencias Básicas, compartiéndose con la carrera de Ingeniero Bioquímico en Alimentos. En él se impartían las materias de Química, Física, Matemáticas, Fisicoquímica y Biología. El propósito del tronco común era

preparar al alumno en las Ciencias Básicas y así poder optar por la continuación de sus estudios en cualquiera de las carreras ofertadas (UNACH, 1983).

Con observaciones hechas por profesores de la Escuela, donde se indicaba que algunas materias que cursaban los alumnos conjuntamente deberían tener un enfoque apropiado a la carrera indicada; se inició la 1ª modificación curricular en 1976. El segundo plan de estudios de la carrera de Químico Farmacobiólogo estuvo vigente de septiembre de 1976 a febrero de 1985. El segundo plan de estudios constaba de 407 créditos obligatorios y 18 optativos.

Ante lo negativo de los resultados obtenidos en los exámenes de selección para ingresar a la Escuela de Ciencias Químicas y con acuerdos establecidos con la autoridad central de rectoría se establece en 1980, la necesidad de contar con un curso propedéutico o semestre 0 (cero). En promedio solamente 4 alumnos lograban rebasar el mínimo de 6 de calificación en el examen de admisión. En este curso propedéutico con duración de un semestre, ingresaban alumnos que no obtenían la calificación aprobatoria de 6 en el examen de selección de la Universidad. Al aprobar todas las materias de este semestre propedéutico, el alumno ingresaba a 1er. Semestre.

Debido a experiencias en años anteriores, a los avances científicos y tecnológicos, principalmente en la química aplicada; así como a las enfermedades infecciosas; en el año de 1985, se modifica nuevamente el plan de estudios de Químico Farmacobiólogo, haciéndose los siguientes cambios:

En lo general: (a) se ordenaron las asignaturas a partir del quinto semestre según el área de conocimiento, considerándose el Tronco Común como inalterable, así como el propedéutico; (b) se cambiaron de nombre algunas asignaturas para definir mejor su contenido; (c) se incrementaron las asignaturas para actualizar conocimientos.

En lo particular: (a) se consideró que las asignaturas de Anatomía, Fisiología e Histología impartidas en octavo y noveno semestre eran necesarias como antecedentes para otras materias, por lo que se reubicaron en la currícula; (b) La asignatura de

Microbiología Industrial considerada como optativa se convirtió en obligatoria en el octavo semestre; (c) Se incluyó en el sexto semestre la materia de Genética. Con estos cambios se logró una mayor articulación longitudinal y vertical del conocimiento.

En este plan desaparecen las materias optativas y el número de créditos contemplados fue de 427 distribuidos en 9 semestres.

En 1990 bajo el marco de la Comisión Universitaria para la Reforma Académica hacia la Excelencia, se inició un diagnóstico situacional de la Escuela de Ciencias Químicas, concluyéndose que era necesario y oportuno revisar y modificar los planes de estudio de las carreras, reorientando sus objetivos, para hacerlos más congruentes con la realidad del entorno.

En 1991 mediante la Comisión de Evaluación Institucional, la Universidad sometió a todas las Escuelas a un proceso de revisión y reestructuración de sus planes de estudio. Este mismo año, en el mes de Febrero la Escuela de Ciencias Químicas presentó ante la Secretaría Académica de la Universidad su proyecto "Revisión y Actualización de los Planes de Estudio de la Escuela de Ciencias Químicas", respondiendo así al reto planteado por la Modernización de la Educación Superior. Se integró, como estrategia, una Comisión de Revisión Curricular de la Escuela, quedando conformada por el Director, Secretario Académico y los Coordinadores de las carreras.

En el mes de marzo de 1991 se inició una investigación sobre las carreras de la Escuela de Ciencias Químicas con el objetivo de obtener información que retroalimentara a la currícula, usando como instrumentos entrevistas y encuestas que proporcionaron información cuantitativa relacionada con la formación profesional, el campo actual de actividades, las actividades más frecuentemente desempeñadas, el área de su formación profesional con la cual se relaciona su trabajo, sus habilidades, las áreas en las que necesita mejorar su práctica profesional y las materias que se considera deben ser incluidas en un nuevo Plan de Estudios de su carrera. Se trazaron además los siguientes objetivos específicos: (a) evaluar el desempeño profesional del egresado; (b) detectar el campo actual de funciones y actividades que desarrollan los egresados; (c) conocer el área

específica en la que se desempeñan los egresados; (d) identificar las áreas en las que se requiere mayor preparación.

Para 1993 se concluyeron los trabajos de la Comisión Universitaria de la reforma académica, con la aprobación del cuarto plan de estudios de la carrera de Químico Farmacobiólogo.

En noviembre de 1997, se iniciaron los trabajos del Comité de Ciencias de la Salud, perteneciente a los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), para la evaluación del programa de Químico Farmacobiólogo. La primera etapa fue una autoevaluación o un autodiagnóstico, realizada mediante un taller dirigido por integrantes del comité de Ciencias de la Salud. En 1998 se recibió la visita formal del comité, realizándose la evaluación del plan de Químico Farmacobiólogo. En ella participó toda la comunidad de Ciencias Químicas: docentes, alumnos, administrativos y autoridades. Con toda la información recabada por los miembros del comité, se elaboró un documento en la ciudad de México, entregándose el reporte de dicha evaluación a finales de ese año a Rectoría. En dicha evaluación se obtuvo el nivel 1 de los CIEES, además de emitirse una serie de recomendaciones.

Dentro de las observaciones emitidas por el comité de Ciencias de la Salud de los CIEES, se apreció; que el hecho de compartir el tronco común con otra licenciatura, no es congruente con los objetivos y propósitos de la carrera y que debería reconsiderarse la existencia de este tronco común o bien enfocarlo al quehacer del Químico Farmacobiólogo.

Otras observaciones como la no-flexibilidad del plan, la no-existencia de materias optativas y la ausencia de materias humanísticas, dieron origen al planteamiento de un nuevo plan de estudios. Un plan de estudio que cumpla con los requerimientos de calidad, pertinencia, eficiencia y equidad marcados por las políticas de educación superior con una currícula que contemple la flexibilidad y el aspecto humanístico que permitan al egresado de este programa su pleno desarrollo profesional. Un programa que alcance en corto

plazo, el reconocimiento mediante la acreditación y la certificación tanto del programa como de su planta docente (UNACH, 2001).

Estas recomendaciones constituyeron la referencia para iniciar un trabajo de reflexión académica que posteriormente derivó en una nueva propuesta de plan de estudios. Cabe señalar que en esta propuesta se atendieron las recomendaciones presentadas durante la evaluación practicada por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) específicamente por el comité de Ciencias de la Salud y el análisis académico de los integrantes del programa de la carrera, se consideraron las modificaciones de mayor impacto para elevar la calidad del programa (CIEES, 1988).

En lo relativo al renglón institucional, este se enmarca en el Proyecto Académico 1998-2002, el Plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 1999-2006 y el Programa de Fortalecimiento Institucional (PIFI) de la carrera de Químico Farmacobiólogo en lo relativo a la consolidación de programas académicos mediante la modificación de programas de estudio, y el establecimiento de nuevas opciones profesionales.

Esta propuesta ofrece una estructura básica de formación de Químico Farmacobiólogo que integra a materias básicas, humanísticas, biomédicas, farmacéuticas y flexibiliza la currícula a través de materias optativas en las áreas de formación de: Microbiología, Análisis Clínicos y Farmacia; las que puede elegir el estudiante a partir del sexto semestre, dependiendo de sus intereses particulares en estas disciplinas; esto le confiere al plan de estudios una flexibilidad que anteriormente no tenía. El planteamiento curricular se organiza a partir de cinco ejes de formación: **Conceptual, Metodológico, Instrumental, Integración y Complementario** (ver mapa curricular Tabla 2).

El nuevo plan de estudios fue aprobado por el H. Consejo Universitario en sesión ordinaria realizada con fecha 23 de agosto del año 2002, iniciando su operación el 01 de agosto del 2003; en el semestre lectivo agosto-diciembre del año 2003. Este es el plan que se encuentra vigente en la actualidad. El programa educativo de Químico Farmacobiólogo está acreditado por El Consejo Mexicano para la Acreditación de la Educación Farmacéutica (COMAEF) en noviembre de 2010 y reacreditado en abril de 2016.

La Facultad de Ciencias Químicas, a través del Programa de Químico Farmacobiólogo, cumple con las funciones sustantivas de la Universidad como son la docencia, la investigación y la extensión; en esta última se enmarca el programa: Vinculación, difusión y extensión universitaria que se encuentra alineada con las Políticas del Plan de Desarrollo Institucional (PDI 2030). En este tenor, la vinculación tiene como objetivo la articulación de las funciones de docencia, investigación y extensión para la interacción con los entornos social y productivo en los ámbitos local, regional, nacional e internacional (Rectoría. Proyecto académico 2018-2022).

Dado que Chiapas presenta altos índices de pobreza, rezago y marginación, según el Informe 2016 del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) donde se precisa que el 77.1% de la población chiapaneca tiene condiciones de pobreza, de los cuales el 28.1% observa pobreza extrema. La Universidad reconoce el reto de contribuir a mejorar la calidad de vida en la entidad, a través de la función sustantiva de extensión universitaria que permite, expresar la responsabilidad social universitaria al ofrecer sus servicios, difundir la cultura y transferir la tecnología a la comunidad (UNACH, 2018).

Tabla 2.

Mapa curricular de la Lic. en Químico Farmacobiólogo de la FCQ de la UNACH.

1er. Sem.	2º. Sem.	3er. Sem.	4º. Sem.	5º. Sem.	6º. Sem.	7º. Sem.	8º. Sem.	9º. Sem.
Matemáticas I	Matemáticas II	Estadística	Bioestadística	Control de calidad		Diseño experimental	Proyecto de investigación I	Proyecto de investigación II
Física General	Físico Química I	Físico Química II		Farmacognosia	Tecnología farmacéutica			
Química Inorgánica	Química Analítica I	Química Analítica II	Química Analítica III		Farmacología I	Farmacología II		Química legal y forense
Química Orgánica I	Química Orgánica II	Química orgánica III	Bioquímica	Bioquímica clínica I	Bioquímica clínica II		Bromatología	Epidemiología
Inducción a la carrera	Filosofía de la ciencia	Sociología	Desarrollo humano	Genética aplicada	Inmunología I	Inmunología II	Desarrollo Organizacional	
	Biología celular	Anatomía y organografía microscópica	Fisiología	Legislaciones		Hematología	Parasitología I	Parasitología II
			Microbiología	Bacteriología I	Bacteriología II	Micología	Virología	Patología clínica
Computación (Taller)				Optativa I	Optativa II	Optativa III	Optativa IV	

Estos planteamientos se instrumentan a través de un sistema de extensión universitaria, que tiene puntos de concreción importantes como: las Unidades de Vinculación Docente (UVD), el Programa de Servicio Social y el Programa de Extensión de los Servicios, Vinculación y Difusión de la Cultura. En primera instancia, la UVD se concibe como un instrumento de aprendizaje flexible que permite articular los contenidos temáticos de los planes de estudio a las problemáticas del desarrollo económico, social y cultural, para enriquecer el currículo e impactar en los fenómenos sociales al dinamizar las funciones sustantivas de docencia, investigación y extensión (Estrada, 2007); aquí se concreta la vinculación entre teoría y práctica, toda vez que en su diseño, implementación y evaluación, profesores y estudiantes caracterizan la problemática del entorno local y global en términos científicos (ver figura 1).

Figura 1.

Diagrama estructural de la Unidad de Vinculación docente (UVD).



Las unidades de vinculación docente (UVD) son instrumentos flexibles que permiten adaptar los contenidos temáticos de los planes de estudio a la solución de la problemática de desarrollo económico, social y cultural. Están concebidas no para sustituir o modificar el currículum, sino para enriquecerlo. Son procesos que al mismo tiempo que tienen impacto en los fenómenos sociales, también presentan efectos positivos en lo académico, dinamizando las funciones sustantivas de la Universidad.

En la docencia, las UVD permiten ligar la actividad de los profesores al sector externo y retroalimentar en forma inmediata a los planes de estudio, mediante el análisis de los fenómenos sociales. Por otra parte, al contrastar la formación profesional universitaria con los requerimientos de asistencia técnica planteada por las organizaciones sociales, hace posible en parte, establecer parámetros para medir el grado en que la enseñanza universitaria prepara a los estudiantes para la práctica profesional futura; es decir, mide la pertinencia social de la formación universitaria.

El nexo entre la formación teórica que el estudiante recibe en las aulas, laboratorios y las actividades de servicio que efectúan profesores y alumnos se establece a través de la aplicación del método científico, concebido como un instrumento para adquisición del conocimiento y el estudio de problemas.

La aplicación del método científico fortalece la formación metodológica del estudiante universitario para el planteamiento y solución de problemas singulares, particulares y universales de la naturaleza y la sociedad, cada vez con mayor interdependencia y dinamismo. En este sentido la Universidad a través de las UVD pretende crear un espacio de interacción social que analice los complejos problemas sociales y económicos que afectan el bienestar y las condiciones de vida en nuestro Estado.

Caso de la FM de la UAEM

La Universidad Autónoma del Estado de Morelos: sus orígenes

La Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) tiene su antecedente más cercano en el siglo XIX, cuando fue fundado el Instituto Literario y Científico de Morelos (ILCM), a través de la Ley del 15 de junio de 1871 emitida por Francisco Leyva, gobernador del Estado de Morelos. La incipiente actividad académica del ILCM no pudo desarrollarse debido a que el General Porfirio Díaz, presidente de México, limitó los recursos para el funcionamiento del Instituto y depuso del cargo al gobernador Francisco Leyva, subsistiendo para el año 1884, solo las Escuelas de Agricultura y de Veterinaria.

Fue hasta el 25 de diciembre del año 1938, que dada la cercana colaboración entre el gobernador morelense Elpidio Perdomo y el General Lázaro Cárdenas, presidente de México, que se crea el Instituto de Estudios Superiores del Estado de Morelos (IESEM). Al Lic. Bernabé L. de Elías, le correspondió la alta responsabilidad de ser el primer director del IESEM. 15 años después, en 1953 el IESEM fue sustituido por la Universidad del Estado de Morelos (UEM), otorgándosele al Dr. Adolfo Menéndez Samará el cargo de primer Rector. Posteriormente el 7 de abril del mismo año, fue publicada en el Periódico Oficial “Tierra y Libertad” la Ley Constitutiva y Reglamentaria, que instauró oficialmente a la UEM. El 22 de noviembre de 1967, se le otorgó la Autonomía, por lo cual a partir de esa fecha la UEM, cambió por la actual denominación Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), cumpliendo en el año de la publicación de esta obra, cincuenta y cuatro años de haber logrado este estatus (UAEM, 2019a). Actualmente el cuerpo de Gobierno de la UAEM se encuentra ubicado en el *Campus Chamilpa*, Avenida Universidad No. 1001 de la Colonia Chamilpa, sobre una altura superior a los 1600 msnm al norte de la ciudad capital (Figura 2).

Figura 2.

Edificio principal de la UAEM.



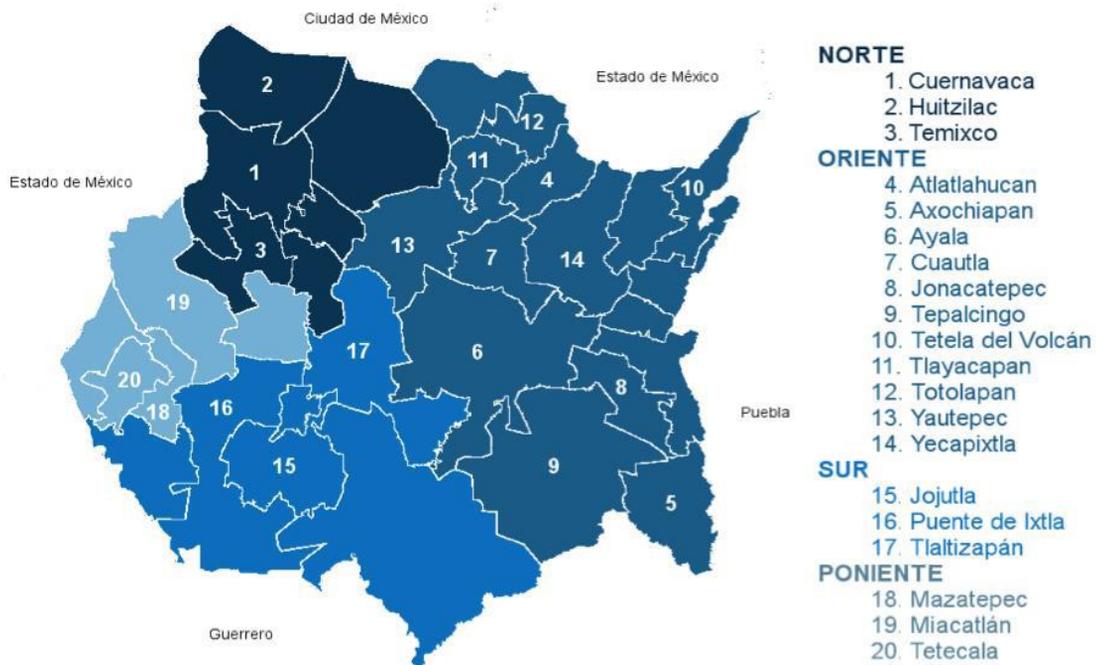
Sobreposición de dos fotografías originales tomadas el 22 de septiembre del 2017, posterior al movimiento telúrico del 19 S de la misma anualidad. Los graves daños estructurales originaron la subsecuente demolición de este edificio emblemático. Cortesía JSACH.

Su oferta académica incluye 12 programas educativos de Nivel Medio Superior, con una matrícula de 44.4% de calidad; 95 programas de nivel superior, de los cuales 86.3% son de calidad, y una matrícula del 91% de calidad, y 55 programas de posgrado, 70.9% reconocidos en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), a través de los cuales atiende un 90.84% de matrícula de calidad. Actualmente la UAEM tiene registrados 89 Cuerpos Académicos, de los cuales

22 se encuentran en etapa de formación (CAEF), 20 en consolidación (CAEC) y 47 ya están consolidados (CAC). De estos últimos, 6 ya tienen vigencia indefinida. Los investigadores que integran los 86 Cuerpos Académicos desarrollan 172 líneas de generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC). En el rubro de Capacidad y Competitividad Académica, la UAEM consiguió ingresar en abril de 2017 al Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMex). La UAEM cuenta con 18 escuelas de estudios superiores, 16 facultades, 12 centros de investigación, 2 institutos de investigación y 1 instituto de educación (UAEM, 2017), todos ellos distribuidos a lo largo y ancho de prácticamente todo el estado de Morelos (Figura 3).

Figura 3.

Cobertura de la UAEM en Morelos.



Fuente: Dirección General de Planeación Institucional, Coordinación General de Planeación y Administración (Urquiza, 2019)

La Facultad de Medicina

La Facultad de Medicina (FM) es una dependencia de educación superior (DES) de la UAEM y fue fundada a finales del año 1974 con el estatus de escuela, por gestión del Lic. Carlos Celis Salazar entonces rector de la UAEM, ante el presidente de la República, Lic. Luis Echeverría Álvarez. El H. Consejo Universitario en sesión solemne del 20 de junio del año de 1975, aprobó por unanimidad de votos la creación de la Escuela de Medicina de la UAEM (UAEM, 2019b). En más de 40 años de existencia, el desarrollo institucional, tanto en infraestructura como en recursos humanos fue detonado a partir del año 2008, por lo cual es posible hacer un seguimiento a partir de dos etapas de desarrollo, como se expone a continuación.

Primera Etapa: 1974-2008

En esta primera etapa, las instalaciones de la escuela se establecieron en la Unidad Biomédica (UB) del *Campus* Universitario, ubicado en la colonia Chamilpa en la zona norte de la capital de Estado. Las aulas se ubicaron en el edificio 6, mientras que en el 7 los laboratorios de prácticas compartidos con otras escuelas y facultades y el anfiteatro. En el edificio 5 (Figura 4), también en espacios compartidos se ubicaron, además de la dirección el resto de las áreas administrativas (Gatica, 2013).

Las actividades administrativas se iniciaron oficialmente a partir de ese momento con la implementación del curso propedéutico en el segundo semestre de 1974 que permitió la selección de los 93 estudiantes que formaron parte de la primera generación. Dado el carácter de nueva creación, y para la organización tanto del curso propedéutico como la carga curricular, se tomó como modelo el programa educativo vigente en ese momento de la Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional (IPN). El apoyo otorgado por el IPN a la naciente Escuela de Medicina de la UAEM fue fundamental ya que permitió que los alumnos de las primeras generaciones asistieran como observadores a algunas prácticas en sus laboratorios. El Dr. Alejandro García Estrada fue el primer director, iniciando formalmente las actividades académicas en febrero de 1976.

Figura 4.

Edificio 6 de la UB, en el cual las aulas se compartían con los programas educativos de las licenciaturas en psicología, artes y medicina.



Fotografía cortesía de JSACH

Dada la carencia de una infraestructura propia, las primeras clases se impartieron en aulas facilitadas por otras escuelas, facultades, centros tanto de la propia UAEM, como en instituciones de educación superior radicadas fuera del estado. Ante la falta de campos clínicos en 1977, se gestiona y formaliza un convenio amplio de colaboración con el antiguo Hospital Civil de la Ciudad de Cuernavaca para los estudiantes de la naciente Escuela de Medicina, completaran su formación y llevaran a cabo disecciones en el anfiteatro, compartiendo el espacio con el servicio médico forense. Oficialmente la carrera de médico cirujano, fue registrada ante la Dirección General de Profesiones de la Secretaría de Educación Pública (SEP) el 19 de febrero de 1980, otorgándosele el número de expediente No.000026. Para dar cobertura a la atención docente de los alumnos que se incorporaban al ciclo clínica de la carrera, se gestionaron los convenios para que su formación académica se llevará a cabo en las unidades médicas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y de los Servicios de Salud del Estado de Morelos (SSM). En las instalaciones de la UB, las

actividades académicas, administrativas y de investigación se realizaron hasta noviembre del 2008 (Gatica, 2013).

Inicio de las actividades de investigación y de posgrado

Con la aprobación del Programa Educativo de Posgrado de Maestría en Medicina Laboral y la creación de la División de Estudios Superiores en 1987, la escuela adquiere la categoría de Facultad (Gatica, 2013). La consecuencia inmediata de esta circunstancia fue la incorporación de Profesores Investigadores de Tiempo Completo (PITC) y el desarrollo de líneas de investigación propias, pero derivado de la carencia de espacios propios destinados para estos investigadores, su ubicación se atomizó en distintos Centros de Investigación en el propio *Campus* Chamilpa, como el Centro de Investigación en Ciencias Químicas, las Facultades de Ciencias, Farmacia, Ciencias Biológicas e incluso en los Institutos dependientes de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), como el Instituto de Biotecnología o el Centro de Ciencias Genómicas. El incipiente desarrollo de la investigación científica en la Facultad de Medicina, la falta de contacto con estudiantes de la propia Facultad y la desatención hacia esta novel actividad por las autoridades institucionales del momento, limitaron el debido seguimiento, cobertura y ampliación de las líneas generales de investigación, desarrollada por este núcleo joven de investigadores.

Segunda etapa: 2008 – a la fecha

La segunda etapa se inicia en diciembre de ese mismo año, tiempo en el cual la FM-UAEM, se trasladó a un moderno conjunto estructural (Figura 5) ubicado en la Calle Iztaccíhuatl esquina Leñeros, colonia Volcanes de la Ciudad de Cuernavaca; Morelos (UAEM, 2019b; Gatica, 2013).

Figura 5.

Entrega de las nuevas instalaciones de la FM a la comunidad universitaria para beneficio de la sociedad morelense.



Nota: A la izquierda el Dr. Marco Adame Castillo, Gobernador Constitucional del Estado (2006-2012) y la derecha el Dr. Fernando de Jesús Bilbao Marcos, Rector (2007—2013). Fotografía, cortesía JACH.

Infraestructura

Actualmente la infraestructura de la FM (Figura 6) consiste en seis edificios que ocupan una superficie de 12,500 y 17,500 m² de terreno y de construcción, respectivamente. El edificio A, alberga al cuarto de máquinas, los quirófanos (docencia y experimental) el bioterio, el anfiteatro, un audiovisual y dos aulas. El edificio B, es ocupado por la administración, doce aulas didácticas, área de tutorías, los sanitarios y el elevador. El edificio C, consta de auditorio y cafetería. El edificio D, ocupa las oficinas de posgrado, servicios escolares y el centro de cómputo. El edificio E, cuenta con tres laboratorios para la enseñanza profesional (eventualmente permiten el apoyo a algunas de las actividades

de los PITC) y ocho laboratorios de investigación. El edificio F, cuenta con la biblioteca, seis laboratorios, 5 de investigación y uno de uso común, sanitarios y elevador. Adicionalmente cuenta con una cancha deportiva de usos múltiples y tres áreas de estacionamiento para 140 vehículos (Martínez, 2017).

Figura 6.

Edificio D actual de la Facultad de Medicina, posterior a su restauración y rehabilitación después del evento 19S17.



Fotografía, cortesía JSACH.

Líneas de investigación y Cuerpos Académicos

Cada laboratorio (Tabla 3) destinado a la investigación con diferente grado de desarrollo y/o equipamiento tiene como responsable a un PITC; quienes, en atención a las políticas pasadas y presentes de la SEP, forman parte de un Cuerpo Académico (CA), a fin de coordinar la suma de esfuerzos individuales de investigación. En la Facultad de Medicina, existen a la fecha, dos CAs: el de Fisiología y Fisiopatología y Regulación de la Respuesta Inmune en Infección y Autoinmunidad, con nivel de consolidado por segundo periodo; con la participación de 8 y 3 PITC, respectivamente lo que representa el 92%

(11/12) de los PITC. El 8% (1/12) restante se encuentra incorporado en los CAs externos de la FM, pero igualmente dependientes de la UAEM, como son el de Estudios Sociales y culturales: (In) Equidad y diversidad de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautla y el de Sistemas Dinámicos(SD) del Centro de Investigaciones Químicas. Así mismo FM tiene incorporado a un investigador visitante con laboratorio asignado y miembro del CA de Biotecnología y Agricultura Sustentable (BAS), del Centro de Investigación en Dinámica Celular (UAEM, 2019C). El CA de Fisiología y Fisiopatología obtuvo el estatus de consolidado en la evaluación de 2020.

Tabla 3.

Laboratorios de investigación instalados en la Facultad de Medicina.

No. de Laboratorio	Nombre	Investigador responsable
1	Inmunología Viral	Dr. Fernando Esquivel Guadarrama
2	Inflamación y Enfermedades Crónico-Degenerativas	Dra. Gabriela Rosas Salgado
3	Laboratorio de usos múltiples	
4	Inmunología Molecular	Dr. Mario Ernesto Cruz Muñoz
5	Microbiología Molecular	Dr. Joaquín Sánchez Castillo
6	Inflamación y Toxicología	Dra. Vera Lucia Petricevich
7	Patogenicidad Molecular	Dra. María Eugenia Muñoz Valdez**
8	Unidad de Investigación Clínica y Epidemiológica	Dra. Luz María González Robledo
9	Farmacología	Dr. Armando Herrera Arellano
10	Proteínas de Membrana	Dra. Gabriela Castañeda Corral
11	Biología de Células Troncales	Dr. Heriberto Manuel Rivera*
12	Medicina Transfusional Experimental	Dr. Jesús Santa-Olalla Tapia
13	Electrofisiología y Bioevaluación Farmacológica	Dr. José Santos Ángeles Chimal
14	Bio-electromagnetismo	Dr. Juan José Acevedo Fernández
		Dr. Luis Alberto Cañedo Dorantes

*Adscripción a la Facultad de Nutrición y ** a la Facultad de Ciencias de la UAEM.

CA de Fisiología y Fisiopatología

Con el nivel de “Consolidado”, su responsable es Gabriela Castañeda Corral. El resto de los PITC que lo conforman mencionados según orden alfabético, son: Armando Herrera Arellano, Heriberto Manuel Rivera, José Santos Ángeles Chimal, Juan José Acevedo Fernández, Lucía Vera Petricevich López y Luis Cañedo Dorantes, desarrollando las siguientes líneas generales de aplicación del conocimiento (LGAC): (a) Desarrollo de bioensayos para evaluar sustancias bioactivas y determinar su potencial terapéutico; y (b) Caracterización molecular de procesos fisiológicos y patológicos.

Vinculación con la sociedad

Compromiso de la UAEM

De acuerdo con el actual Plan Institucional de Desarrollo (2018-2024) de la UAEM, particularmente en el apartado IV correspondiente a ejes estratégicos, el primer punto de la política institucional menciona y reconoce: *“Consolidar la pertinencia de la oferta educativa de la universidad, articulando la docencia y la investigación con un sentido inter, multi y transdisciplinar de acuerdo con las exigencias del entorno regional, nacional e internacional, promoviendo la vinculación con los sectores productivo y social”*, por lo cual particularmente el apartado 3, referente a la Vinculación y la Extensión tiene como objetivo *“Fortalecer y ampliar la vinculación de la universidad con el sector público, privado y con la sociedad en general, así como extender los servicios universitarios con el propósito de coadyuvar en la formación profesional de los estudiantes y tener un impacto en la transformación de la sociedad”* (Urquiza, 2019).

Compromiso de la Facultad de Medicina con la vinculación comunitaria

Por otra parte, de acuerdo con el plan de desarrollo de la FM de la administración antecedente (2017-2019) y la actual (2020-2022):

La Secretaría de Extensión es la unidad administrativa de la FM, encargada de articular las funciones sustantivas con los sectores sociales y productivos, en la cual se puntualiza que la Facultad de Medicina requiere articular sus funciones sustantivas con los problemas del entorno, donde la sociedad se beneficie de los productos académicos, y a su vez, contribuirá al fortalecimiento y recreación de éstos, mediante un proceso dialéctico, sustentado en el diálogo y la interacción con el entorno social (Martínez, 2017). Para lograrlo se ha implementado el programa de vinculación con los sectores social y productivo para estimular la vinculación individual y colegiada de los Cuerpos Académicos con otras entidades académicas que con lleven a la realización de proyectos de investigación básica y aplicada a través de la promoción de servicios y consultorías a los diferentes sectores sociales e industriales en el estado y el país. El objetivo de este programa es promover la colaboración con instituciones

de educación superior y organizaciones de los sectores público y privado, mediante la solución de problemas específicos de la sociedad en general, así como el desarrollo y la transferencia de tecnología en el área de las ciencias en salud (Vera, 2019).

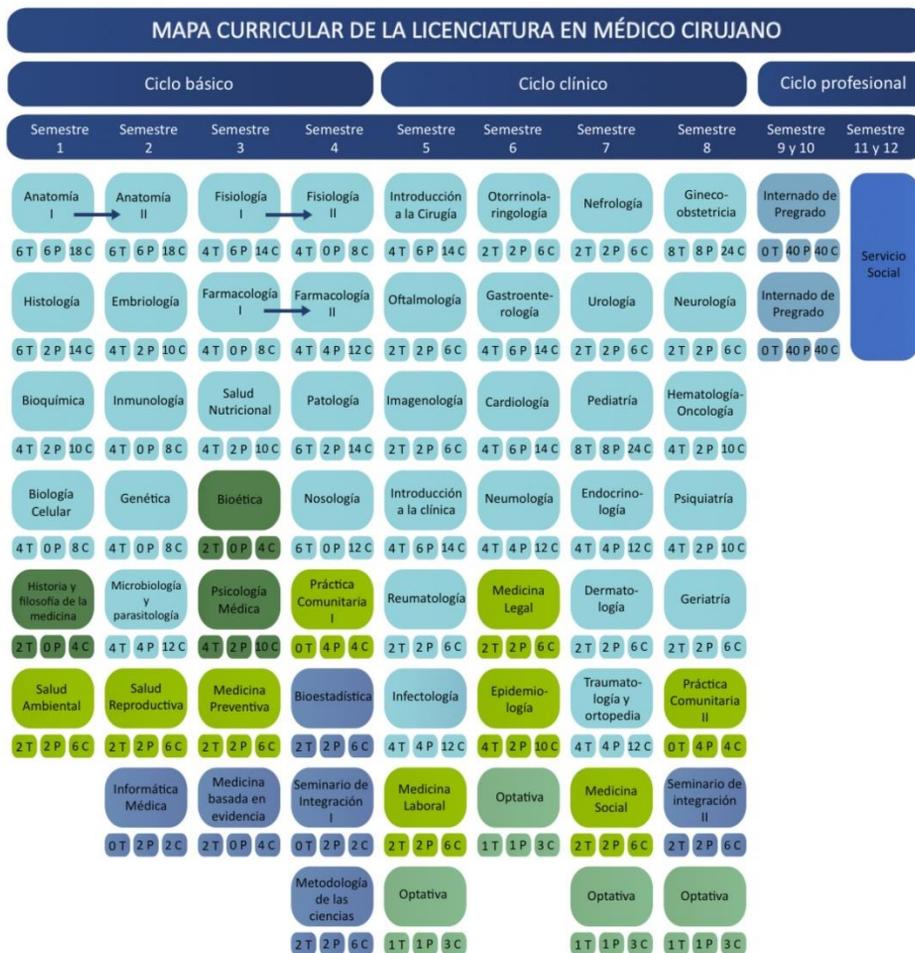
Mapa curricular de la carrera de médico cirujano de la Facultad de Medicina y vinculación comunitaria

El actual Programa Educativo de la Carrera de Médico Cirujano (PECMC) de la Facultad de Medicina de la UAEM (FM-UAEM), fue aprobado en sesión del H. Consejo Universitario el 11 de diciembre del año 2015 (UAEM, 2016), su estructura tiene un enfoque por competencias e incorpora la vinculación de la propuesta educativa con las políticas de planeación estatal, nacional e institucional. Está conformado por tres ciclos: Básico (del 1ro al 4to semestre), Clínico (del 5 al 8 Semestre) y Profesional (internado médico de pregrado; 9 y 10mo semestre; servicio social obligatorio, 11 y 12vo semestre). Desde el primer hasta el último semestre, se contemplan cuatro ejes: Biomédico, Metodológico Instrumental, Salud Pública, Desarrollo Humano y Compromiso Social (Tabla 4).

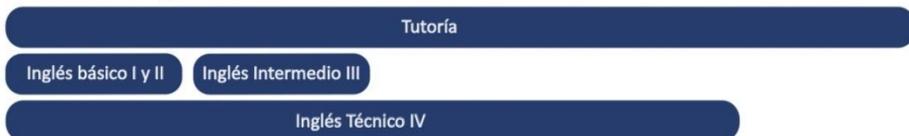
Ciclo básico: Contempla las asignaturas del eje biomédico: anatomía I y II, fisiología I y II, histología, embriología, farmacología I y II, bioquímica, inmunología, salud nutricional, patología, biología celular, genética, nosología, microbiología y parasitología. En el eje metodológico instrumental se incluyen las materias de: bioestadística, informática médica, medicina basada en evidencias, metodología de las ciencias y seminario de integración I. En el eje de salud pública, las materias de salud ambiental, salud reproductiva, medicina preventiva y práctica comunitaria I.

Tabla 4.

Mapa curricular de la Licenciatura de Médico Cirujano de la FM-UAEM (UAEM, 2019d).



Actividades obligatorias sin valor en créditos:



Ciclo clínico: Contempla las asignaturas del eje biomédico: introducción a la cirugía, otorrinolaringología, nefrología, ginecoobstetricia, oftalmología, gastroenterología, urología, neurología, imagenología, cardiología, pediatría, hematología-oncología, introducción a la clínica, neumología, endocrinología, psiquiatría, reumatología, dermatología, geriatría, infectología, traumatología y ortopedia. En el eje metodológico instrumental, únicamente se compone por el seminario de integración II. En el eje de salud pública, se incorporan las materias de medicina legal, epidemiología, medicina laboral, medicina social y práctica comunitaria II. En específico, la vinculación e impacto social de la actividad académica de la FM, se inicia y concreta con las actividades que se desarrollan en las asignaturas de medicina preventiva y práctica comunitaria I y II, mediante la organización semestral de las denominadas “ferias de la salud” que se organizan en espacios públicos de la ciudad capital del estado, donde se toman signos vitales y somato métricos, pruebas rápidas de glucosa, de detección de anticuerpos contra el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), pláticas informativas para el cuidado de la salud y de orientación nutricional.

Ciclo profesional: Los semestres noveno y décimo corresponden al Internado de Pregrado (IP). El objetivo principal de este año es el entrenamiento en servicio del Médico Interno de Pregrado (MIP), con una responsabilidad creciente en la atención a los pacientes con orientación y supervisión tutorial. El internado se realiza en hospitales de segundo nivel con rotación por los servicios de pediatría, gineco-obstetricia, cirugía general, medicina interna, urgencias y comunidad, teniendo en todas las áreas, la oportunidad de ver al paciente de forma integral desde la consulta externa, hospitalización y servicios diagnósticos, así como en unidades de primer nivel de atención autorizadas por la Facultad mediante el establecimiento de convenios y programas específicos.

El Servicio Social (SS) constitucionalmente obligatorio, se realiza en los semestres décimo primero y décimo segundo de la carrera, contribuye a la formación profesional realizando actividades de asistencia, aplicando en el primer nivel de atención los conocimientos, habilidades y destrezas adquiridos en las etapas previas de su formación. Este período cuenta con un programa de enseñanza y un programa operativo, así como con las supervisiones correspondientes por parte del Sector Salud y de la Facultad. El médico pasante en servicio social (MPSS) desarrolla su pasantía en las plazas autorizadas

por el Sector Salud, cumpliendo con su compromiso ante la sociedad del Estado de Morelos (UAEM, 2019). Tanto en el IP como en el SS, la selección de las plazas se efectúa en un evento público en la cual la elección se realiza de acuerdo con el promedio del estudiante.

Ambos casos constituyen la materialización de la vinculación entre los recursos humanos formados en la FM-UAEM y la sociedad, ya que, de su participación certera en los programas, servicios y acciones de la red de hospitales del Estado de Morelos, así como en el diagnóstico, control, seguimiento de las enfermedades transmisibles y no transmisibles, campañas de cribado de detección de agentes etiológicos y de cuidado de la salud entre otras acciones, podrían tener un impacto fundamental en la comunidad donde se encuentre el MIP o MPSS.

Vinculación del estudiante de la Facultad de Medicina en actividades de investigación con participación comunitaria

Los laboratorios de investigación con los que cuenta la Facultad desarrollan las Líneas de Generales de Aplicación del Conocimiento (LGACs) que tienen registradas ante el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP). Desde el primer semestre el alumno tiene la posibilidad de integrarse a los diferentes laboratorios de investigación con los que cuenta la Facultad (Ver tabla 3). En cuyo caso basta con que el estudiante se presente al laboratorio de su interés, el PITC está de acuerdo y programa su nivel de participación. Esta actividad es variable y depende mucho de la disponibilidad de tiempo del interesado, así como de su carga académica. En función del compromiso observado en las actividades que realiza el estudiante y la calidad de los resultados, es posible que, de acuerdo con el reglamento de titulación de la UAEM, pueda optar por el título de médico cirujano en la modalidad de tesis o por publicación de artículo entre otras modalidades (UAEM, 2008). Existen varios casos de participación exitosa, tanto en actividades *in vitro*, como en campo-comunidad, o la combinación de ambas (Figura 7).

Figura 7.

Campaña inter e intrainstitucional de detección de anticuerpos contra Trypanosoma cruzi. Explanada de la Ayudantía Municipal en la localidad de Telixtac del municipio de Axochiapan, Morelos (02/10/2016).



De izquierda a derecha segundo plano, Kenia Lizeth Bastidas Leal (Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM); Marcela Belén Lara Padilla (Hospital de Alta Especialidad, Centenario de la Revolución Mexicana, ISSSTE); Marco Antonio Becerril (estudiante FM-UAEM); TUM. Erick Hervey González (Instituto Mexicano del Deporte, INMEDEP); José Luis Escalera (estudiante FM-UAEM). En el segundo plano MPSS. Mariela Ángeles Salazar (FM-UAEM) y Dr. José Ángeles Chimal (PITC-FM-UAEM). Fotografía, cortesía JACH.

De los once laboratorios cuya responsabilidad está a cargo de PITCs con adscripción a la Facultad de Medicina, solo el 27% (3/11) realizan actividades que tienen que ver directamente con trabajo en la comunidad, como es el caso de la Unidad de Diagnóstico Clínico y Epidemiológico y el de medicina transfusional experimental, y que implica además del trabajo en localidades del estado de Morelos, con otras entidades federativas y en coordinación inter e intrainstitucional.

REFERENCIAS

- Buendía, A. (2014) *Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Monografía No. 33*. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.http://laisumedu.org/Files_docs/V-6DMG-033-00002014-2014.pdf
- Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior [CIEES]. (1988). *Reporte de Evaluación*.
- Estrada, A. (2007). *Elementos conceptuales y metodológicos de las Unidades de Vinculación Docente*. Universidad Autónoma de Chiapas.
- Facultad de Ciencias Químicas (2016a) *Programa Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo. Mejora curricular complementada*. UABJO.
<http://www.transparencia.uabjo.mx/obligaciones/fcquabjo/articulo-75/fraccion-1/75-1-1107-programa-licenciatura-en-quimico-farmacutico-biol...-2018.pdf>
- Facultad de Ciencias Químicas (2016b) *Plan Estratégico de Desarrollo 2015-2018*. UABJO
<http://www.transparencia.uabjo.mx/obligaciones/fcquabjo/articulo-70/fraccion-1/70-1-1089-plan-estrategico-de-desarrollo-2014-2018-2018.pdf>
- Gatica, M. R. (2013). *Guía para el docente. Ciclo escolar 2013-2014*. UAEM.
<https://www.uaem.mx/resultados?q=programa+educativo+medicina>
- Martínez, D. R. D. (2017). *Facultad de Medicina. Plan de Desarrollo 2017-2019*. UAEM.
https://www.uaem.mx/organizacioninstitucional/uploads/facultades/medicina/files/ProgramaDesarrollo_16_19.pdf
- *Plan Estatal de Desarrollo de Morelos 2019-2024* (2019).
http://periodico.morelos.gob.mx/periodicos/2019/5697_2A.pdf
- *Plan estatal de desarrollo de Chiapas 2019-2024* (2019).
- *Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2016-2022* (2015) .
https://www.finanzasoxaca.gob.mx/pdf/planes/Plan_Estatal_de_Developmento_2016-2022.pdf
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (2019)
<http://gaceta.diputados.gob.mx/PDF/64/2019/abr/20190430-XVIII-1.pdf>
- UNACH (2001) *PIFI: Programa Integral de Fortalecimiento Institucional 2001-2006*. (2001)
- Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (2017a) *Plan Institucional de Desarrollo 2016-2020*.
<http://www.uabjo.mx/media/1/2017/03/UABJOPID16-20.pdf>
- Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (2017b) *Modelo educativo*.
<http://www.uabjo.mx/media/1/2017/04/ModeloEducativo2017.pdf>
- Universidad Autónoma de Chiapas (2000). *Legislación universitaria. Ley Orgánica*. UNACH.
- Universidad Autónoma de Chiapas (2018) *El Modelo educativo y Modelo académico*. UNACH.
- Universidad Autónoma de Chiapas. (1983). *Plan de Estudios y Reglamento Académico del Área de Ciencias Químicas*. UNACH.
- Universidad Autónoma de Chiapas. (1985). *Plan de Estudios y Reglamento Académico del Área de Ciencias Químicas*. UNACH.

- Universidad Autónoma de Chiapas. (1985). *Área de Ciencias Químicas. Cambio del Plan de Estudios*. UNACH.
- Universidad Autónoma de Chiapas. (1981). *Área de Ciencias Químicas. Reestructuración de Planes de Estudios*. UNACH.
- Universidad Autónoma de Chiapas. (1991). *Escuela de Ciencias Químicas. Revisión y Actualización de los Planes de Estudio de la Escuela de Ciencias Químicas*. UNACH
- Universidad Autónoma de Chiapas. (2001) *PIDE. Proyecto Institucional de Desarrollo 2001-2006*. UNACH.
- Universidad Autónoma de Chiapas. (2018) *Proyecto Académico. Excelencia Académica. 2018-2022*. UNACH.
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2008). *Órgano Informativo Universitario Adolfo Menéndez Samará. Reglamento de Titulación profesional*. https://www.uaem.mx/organizacion-institucional/organo-informativo-universitario/menendez_samara_45.pdf
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2016). *Órgano Informativo Universitario Adolfo Menéndez Samará*. Acta de sesión ordinaria del Consejo Universitario de fecha 11 de diciembre de 2015. https://www.uaem.mx/organizacion-institucional/organo-informativo-universitario/menendez_samara_90.pdf
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2017). *La investigación de los cuerpos académicos en la UAEM*. UAEM.
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2019a). *Historia de la UAEM*. UAEM. <https://www.uaem.mx/vida-universitaria/identidad-universitaria/historia-de-la-uaem.php>
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2019b). *Historia Facultad de Medicina UAEM*. UAEM. <https://www.uaem.mx/organizacion-institucional/unidades-academicas/facultades/medicina/historia-medicina>.
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2019c). *Facultad de Medicina*. UAEM. <https://www.uaem.mx/organizacion-institucional/unidades-academicas/facultades/medicina/cuerpos-academicos-medicina>.
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2019d). *Facultad de Medicina, mapa curricular de la carrera de médico cirujano*. UAEM . <https://www.uaem.mx/admision-y-oferta/nivel-superior/medico-cirujano.php>
- Urquiza, B. G. (2019). *Plan Institucional de Desarrollo 2018-2024*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. http://pide.uaem.mx/assets/PIDE_2018-2023.pdf
- Vera, L. P. (2019). *Plan de Trabajo*. Facultad de Medicina. UAEM. <https://www.uaem.mx/sites/default/files/medicina/pt-dra-vera.pdf>
- Yescas, M.I. (2006) *El instituto y la Universidad: el saber y el poder a lo largo de su historia (cronología mínima)*. F.J. Ruíz C., I. Yescas M., P. Santibañez O., V. Loera y Chávez (Coordinadores), En *Testimonios del Cincuentenario de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca*. Pp. 287-302. UABJO y Fundación Harp Helú.

ENTEROBIOSIS EN POBLACIÓN ESCOLAR DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO TLAZOYALTEPEC, OAXACA, MÉXICO

Jaime Vargas Arzola¹, Yonic Iván Ramírez Caballero², Mayra Patricia Gaspar Aguilar², Mario Alfredo Urbina Mata³ & Héctor Ulises Bernardino Hernández¹

La morbilidad y mortalidad ocasionada por parásitos intestinales, ha sido un problema de salud pública en la sociedad humana desde la antigüedad. Las enfermedades parasitarias son muy frecuentes a nivel mundial, especialmente en países en vías de desarrollo y subdesarrollados (Botero y Restrepo, 2012). Una de las parasitosis más comunes, es la causada por el helminto *Enterobius vermicularis* cuyo único huésped natural es el humano. Se encuentra ampliamente difundida en todas las regiones y climas a nivel mundial sin distinción de niveles socioeconómicos (urbanos y rurales), predominando en condiciones de hacinamiento y falta de higiene, siendo la población infantil la más vulnerable (Cazorla-Perfetti y Acosta-Quintero, 2014).

El sureste mexicano, donde se encuentra el estado de Oaxaca, cuenta con regiones que presentan ambientes propicios para el desarrollo de esta parasitosis, siendo más

¹ Profesores Investigadores de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Miembros del CA) Inmunología y Microbiología Clínica (UABJO-CA-65) y Química y Salud Ambiental (UABJO-CA-71), respectivamente.

² Estudiantes de la Lic. en QFB, Facultad de Ciencias Químicas, UABJO.

³ Profesor de Asignatura, Facultad de Ciencias Químicas, UABJO.

vulnerable la población infantil que ahí habita, dadas las condiciones de pobreza en las que se encuentran (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL], 2017). La Facultad de Ciencias Químicas de la UABJO, a través de la Coordinación de Vinculación y los estudiantes que cursan los últimos semestres de la Lic. en Químico Farmacéutico Biólogo, brindan atención a comunidades con estas características, que además de favorecer su desarrollo profesional, atiende las necesidades y problemáticas sociales en materia de salud del estado de Oaxaca.

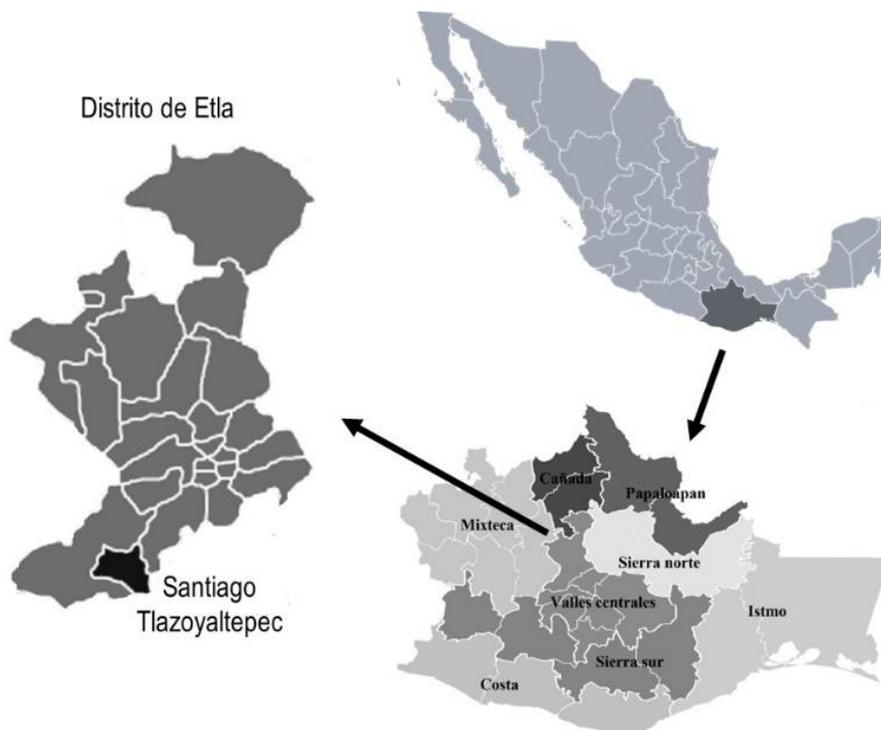
Tal es el caso del municipio de Santiago Tlazoyaltepec ubicado en la región de Valles Centrales, donde en 2014, se brindó atención comunitaria en la agencia de El Portezuelo, identificándose 20 casos positivos a *E. vermicularis* de 135 niños atendidos. Por lo que se amplió la cobertura de atención al resto de las agencias y cabecera municipal. Cabe mencionar, que no hay referencias sobre la prevalencia y atención de esta parasitosis en población infantil de esas localidades. El presente trabajo documenta el proceso de vinculación comunitaria en atención a la problemática de la enterobiosis en población infantil de dicho municipio.

MÉTODO

El estudio se desarrolló en el municipio de Santiago Tlazoyaltepec, perteneciente al distrito de Villa de Etla, en la región de Valles Centrales de Oaxaca (Figura 1), durante el periodo de junio de 2014 a febrero 2015. El municipio está formado por población rural indígena mixteca que hasta el 2015, contaba con 4 662 habitantes distribuidos en la cabecera municipal y cuatro agencias que aglutinan a 60 localidades (Secretaría de Desarrollo Social [SEDESOL], 2016). Aproximadamente 15% de la población son monolingües hablantes del mixteco (principalmente mujeres), el resto son bilingües hablantes de mixteco y español. El clima predominante es el templado y húmedo, la temperatura media anual es de 16.4°C. Se encuentra entre 2 000 a 2 900 msnm, situada en medio de una topografía accidentada y abrupta predominando la zona de montaña (Dirección General de Población de Oaxaca [DIGEPO], 2015). El municipio es considerado como de alto rezago social (SEDESOL, 2017).

Figura 1.

Ubicación de la comunidad de estudio.



La población de estudio se formó con niños provenientes de las escuelas de nivel preescolar y primaria ubicados en las cuatro agencias y cabecera del municipio. Se incluyeron previa autorización de los padres o tutores, a todos los infantes de cualquier sexo menores de 15 años que formaban la matrícula total de cada escuela. Se excluyeron a los niños cuyos padres no autorizaron su participación en el estudio. La muestra final fue de 904 individuos (tabla 1). Inicialmente, se solicitó el consentimiento por escrito de las autoridades comunitarias, personal docente y padres de familia, posteriormente a través de una asamblea se les informó sobre las actividades y objetivos del proyecto (Figura 2). Lo anterior, siguiendo las normas de la Declaración de Helsinki y aprobado por el Comité de Ética de la Institución donde se encuentran adscritos los responsables de la investigación.

Tabla 1.

Población infantil por nivel educativo que integró la muestra.

Agencia	Nivel preescolar	Nivel Primaria
El Portezuelo	Vicente Guerrero	El Porvenir
Buena Vista	Narciso Mendoza	Antonio Lorenzana
El Gachupin	Narciso Mendoza	Benito Juárez
Agencia Tierra Caliente	Juan de La Barrera	Redención Mixteca
Cabecera municipal	Mariano Matamoros	Ignacio Manuel Altamirano
Total de niños	213	691

Figura 2.

Reunión informativa con los padres de familia y autoridades locales.



Al padre de familia o tutor de cada infante seleccionado, se le aplicó un cuestionario para captar información sociodemográfica (edad del menor, número de integrantes de la familia, características de la vivienda, animales domésticos), hábitos de higiene y de desinfección de agua, así como manifestación de síntomas característicos de enterobiosis en el niño. Posteriormente, a cada infante se le realizó una toma de muestra a través de la

técnica de Graham⁴ y al día siguiente se le solicitó una muestra de heces fecales para el análisis coproparasitoscópico⁵ (CPS), cuando se observaron escasos parásitos, se procedió a realizar la técnica de Faust⁶.

A todos los infantes participantes en el estudio, previa autorización de los padres de familia, se les proporcionó el tratamiento con albendazol (400 mg por cada 10 mL en dosis única) (Figura 3). A un grupo de 30 individuos se les dio seguimiento para evaluar la eficacia del antiparasitante. Para ello, dos semanas después del tratamiento, se les realizó nuevamente la técnica de Graham, para determinar la presencia de huevos del parásito.

Figura 3.

Suministro del tratamiento de albendazol a la población infantil.



Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de frecuencias, medidas de tendencia central y de dispersión. Los resultados fueron presentados a las diversas autoridades de la comunidad e instituciones educativas, con la presencia de la población

⁴ Para esta técnica, las indicaciones fueron que los infantes fueran acompañados de su tutor y no deberían haberse bañado, defecado o realizado aseo perianal el día de la colecta de muestra. Al individuo se le solicitó que se descubriera la zona anal para colocar la cinta adhesiva adherida a un abatelenguas (quedando el pegamento en la parte superior), se presionó en la región perianal de manera intermitente en sentido de las manecillas del reloj, con el fin de que los huevos y el parásito se queden impregnados en la cinta. La muestra obtenida se colocó sobre un portaobjetos, se envolvió con papel absorbente y se colocó en un recipiente hermético para ser transportada al laboratorio para la observación de huevos y parásitos adultos al microscopio (10X y 40X).

⁵ Para este examen, las muestras fueron tratadas de la siguiente manera: sobre un portaobjetos se adicionó una gota de lugol (aproximadamente 20 µL) y mediante un aplicador se colocó y mezcló una pequeña cantidad de heces. Posteriormente se colocó el cubreobjetos y se examinó a 10X y 40X (cuando fue necesario a 100X), para identificar los huevos de nematodos, céstodos o tremátodos.

⁶ Para ello, se mezcló una porción de materia fecal con 10 partes de agua destilada, se filtró la suspensión a través de una gasa doblada en cuatro sobre un tubo de centrifuga y ayudándose con un embudo pequeño. El filtrado se centrifugó a 2500 rpm por un minuto, se decantó el líquido sobrenadante, se completó con agua destilada hasta igualar la medida anterior y se centrifugó nuevamente, el procedimiento de resuspensión del sedimento se repitió dos veces. Posteriormente, el sobrenadante se desechó y se reemplazó con una solución de sulfato de zinc al 33%, se mezcló y se centrifugó durante 1 minuto por 1500 rpm. Finalmente, se tomaron de 3 a 4 gotas de la superficie del líquido, los cuales se colocaron en un portaobjetos, se mezcló con 1-2 gotas de lugol y se cubrió con cubreobjetos para su observación a 10X y 40X de los huevos del parásito.

involucrada, además se brindó capacitación sobre los factores de riesgo de la infección, así como en la importancia de las medidas de higiene personal, familiar y de la vivienda. Se programaron talleres en cada escuela durante un período de seis meses y un intervalo de un mes entre cada taller. La Facultad de Ciencias Químicas financió el costo del tratamiento con albendazol y las capacitaciones realizadas.

RESULTADOS

Del total de la población estudiada (904 infantes), el 23.6% fueron de nivel preescolar ($\bar{x}=4.15\pm 0.8$ años, rango de 3 a 5 años de edad) y el resto de nivel primaria (76.4%, $\bar{x}=8.7\pm 1.9$ años, rango de 6 a 15 años de edad). El 51% de la población fueron hombres y 49% mujeres. De manera general, el promedio de integrantes por familia fue de 5.3 ± 2.3 individuos (rango de 2 a 15 individuos). El 42.9% fueron familias de hasta 4 integrantes, el 47.9% de 5 a 8 individuos y el 9.2% de 9 a 15 individuos. Con respecto a la escolaridad de los padres, el 22.2% no saben leer ni escribir, el 56.6 % cuentan con nivel primaria y el 20.6% cuenta con secundaria, pocos son los que estudiaron el bachillerato (2.2%) y una licenciatura (1.6%). Respecto a las actividades laborales, sobresalen las agrícolas (87.6%) y las realizan los padres con menor escolaridad, el resto se dedica a actividades no agrícolas (12.4%). Con respecto a las características de la vivienda y servicios con los que cuentan las familias, el 57.6% cuenta con viviendas con paredes de madera, 34.7% de lámina, 19.1% de tabicón y 9.3% de abobe. El 84.9% de las viviendas cuenta con piso de concreto promovido por el programa federal conocido como "piso firme", el resto es de tierra (15.1%). Respecto a la cobertura de servicios públicos, el 91.7% cuenta con luz eléctrica, el 73.1% con agua entubada, solamente el 5.3% cuenta con drenaje, la mayoría cuenta con fosa séptica o letrina secas y el 66.3% cuenta con teléfono celular.

El 71.8% de los infantes no cuenta con cama propia. El 88.2% de la población cuenta con animales de traspatio (63.3% tiene borregos, 43.8 % aves de corral, 9.7% vacas, 8.6% cerdos, 35.4% refieren otros animales -burro, caballo, mula, perros y gatos-). El agua se obtiene de dos fuentes: entubada (85.4%) y embotellada (14.6%). La población que consume agua entubada, la desinfecta ya sea por cloración o hirviéndola (76.1%). El 87.8% tiene el hábito de lavar los alimentos antes de ser consumidos. Los síntomas de infección

por *E. vermicularis* que presentaron los infantes, fueron el bruxismo (rechinido de dientes, 24.9%), prurito perianal (31.0%), dolor abdominal (52.4%) y cansancio extremo (45.0%).

De 193 casos positivos a *E. vermicularis*, 163 se demostraron con la técnica de Graham y 30 con el CPS, que corresponde a una prevalencia del 21.3%. La frecuencia de la parasitosis fue mayor en el nivel primaria respecto al nivel preescolar (22.7% y 16.9% respectivamente). El rango de edad donde se encontraron más casos positivos fue entre los 7 a 15 años (70.9%), respecto al rango de 3 a 6 años (29.1%). Con el método CPS, se identificaron otros parásitos, 122 infantes presentaron exclusivamente mono infección con *E. vermicularis*, 71 casos presentaron coinfección combinada y 248 individuos resultaron infectados con otros parásitos distintos a *E. vermicularis*, con la siguiente proporción: *Entamoeba coli* (11.2%), *Entamoeba histolytica* (3.8%), *Áscaris spp* (2.9%), *Blastocystis spp* (2.6%), *Endolimax nana* (1.3%), *Cyclospora spp* (1.1%), *Hymenolepis spp.* (0.7%) y *Trichuris spp* (0.1%). En total, 441 infantes estuvieron infectados por cualquier parásito (48.8%).

Respecto a la eficacia del tratamiento con albendazol en el grupo de seguimiento, dos semanas después de iniciado el tratamiento, se redujo el promedio de huevos a 0.4 ± 0.7 por campo (rango de 0 a 2 huevos), lo que indicó éxito terapéutico. En 22 casos la ausencia de huevos fue total, 4 casos con 1 huevo y otros 4 con 2 huevos por campo.

Considerando que el 63.8% de la población no tiene conocimientos acerca del agente infeccioso que causa la parasitosis estudiada y de otras infecciones que causan otros parásitos, se realizaron seis talleres de capacitación integral que abordaron la temática de educación en salud, factores de riesgo y prevención de infecciones en humanos, zoonosis, contaminación ambiental, importancia de la desparasitación, así como higiene individual, familiar y de la vivienda. En cada una de las escuelas, se realizó el taller con la participación de las autoridades locales, personal docente de la institución, personal de salud que atiende la agencia y aproximadamente 50 padres de familia por sesión. Se capacitó aproximadamente al 35% de los padres de familia involucrados en el estudio (figura 4). El resto de los padres de familia, no asistió por falta de interés, razones de trabajo o compromisos familiares. A todos los asistentes, se les proporcionó un tríptico ilustrativo sobre el tema estudiado.

Figura 4.

Participación de autoridades locales, personal de salud y padres de familia en las capacitaciones.



DISCUSIÓN

La población infantil atendida fue básicamente de origen indígena, pertenecientes a diferentes localidades del municipio de Santiago Tlazoyaltepec. A pesar de su relativa cercanía con la capital oaxaqueña (dos horas aproximadamente), se observaron carencias socioeconómicas y culturales identificados a través de las condiciones precarias de las viviendas, falta de acceso a los servicios públicos básicos, malos hábitos de higiene, hacinamiento y baja escolaridad de los padres, que explican la prevalencia de enterobiosis identificada en el presente estudio. La prevalencia fue similar a lo reportado para algunos países latinoamericanos en población rural infantil. Por ejemplo, en Cuba fue de 19.2% (Hernández y Palacios, 2014), en Venezuela fue del 19.4% (Maniscalchia et al., 2010), Perú del 16.7% (Morales del Pino, 2016) y 22.2% para un grupo de niños indígenas en Nayarit, México (Guevara et al., 2003).

El grupo de niños mayormente infectados fue en el nivel primaria, particularmente entre 7 a 8 años, esto puede deberse al poco cuidado que tiene cada niño en su higiene, ya que en estas edades pasan más tiempo en la escuela y no mucho tiempo al cuidado de los padres, además de que en edad preescolar los niños reciben mayores cuidados y

atenciones por los adultos. Song et al. (2003), afirman que la enterobiosis es más común en dicha edad, ya que son más propensos a jugar con tierra y tener contacto físico con sus pares. No se identificaron diferencias de infección por sexo, debido a que los individuos se encuentran similarmente expuestos a los mismos factores, tal como lo reportan Pezzani et al. (2004) y Cazorla et al. (2006), para infantes en Argentina y Venezuela, respectivamente. El hacinamiento en que viven las familias, es un factor para la transmisión de la infección entre los infantes (Acosta et al., 2002).

Respecto a las condiciones precarias de las viviendas, contacto con animales, la ausencia de drenaje y el uso de fosas sépticas, permiten un entorno contaminado por huevos del parásito que pueden permanecer viables hasta por tres semanas en el ambiente (Cazorla-Perfetti, 2014). Esto implica que dichos huevos pueden ser dispersados por el viento y mascotas hacia el interior y exterior de las viviendas principalmente fabricadas con paredes de madera y pisos de tierra, por lo que los hábitos de higiene de la vivienda y el entorno son muy importantes bajo estas condiciones, ya que inevitablemente también está implicada la contaminación del agua para consumo humano. Al respecto y a pesar de que una proporción considerable de las familias estudiadas desinfecta el agua y/o sus alimentos, hay un grupo de familias que no lo realizan, por lo que están mayormente expuestos a la parasitosis estudiada. Tal como lo señalan Mora et al. (2009), la frecuencia de parasitosis intestinales se eleva cuando se consume agua sin hervir y/o desinfectar en zonas rurales.

Por otro lado, la baja escolaridad de los padres, contribuye al escaso conocimiento sobre las características y diseminación del parásito estudiado. Lo anterior, coincide con lo reportado en Belice por Corrales et al. (2011). Además de lo anterior, los padres de familia desconocen los síntomas que puede presentar el paciente infectado, a pesar de que admiten que sus hijos presentaron diversos síntomas, pero no lo asocian a la infección. Es preocupante, que una proporción considerable de casos positivos a infección con *E. vermicularis*, se encuentre asociado a infecciones con otros parásitos (multiparasitismo). Lo anterior, indica la marginación y vulnerabilidad en la que se encuentra la población infantil de este municipio, así como el parasitismo intestinal sigue siendo un problema de salud importante en las regiones rurales de Oaxaca. Aunado a lo anterior, es alarmante haber detectado a infantes infectados, por lo que los demás integrantes de la familia

pudieran estar parasitados, lo que implicaría un subregistro de los casos positivos a esta infección y a otras parasitosis.

El tratamiento de elección fue el albendazol, debido a que es económico, puede ser administrado por personal no médico, además de poseer una alta eficacia y amplio espectro de acción, lo que lo hace elegible para los casos de infección múltiple o mixta por helmintos transmitidos por el suelo (World Health Organization [WHO], 2006). El mismo tratamiento resultó eficaz en España (Báez et al., 2013) y en Perú (Vera, 2010).

La brigada de atención a la salud, contribuyó al conocimiento sobre el ciclo biológico del parásito en estudio, así como la sensibilización de los padres de familia sobre la importancia del saneamiento ambiental y el mejoramiento de los hábitos de higiene personal, de la familia y la vivienda, para evitar la infección y reinfección de las diversas parasitosis en los infantes y el resto de los integrantes de sus familias. La pobreza no es sinónimo de malos hábitos culturales y de higiene, es importante que los adultos e infantes reconozcan aquellas prácticas de riesgo y evitarlas en su vida cotidiana. El fomento de la educación en salud, es importante que se siga promoviendo de manera permanente a través de las acciones comunitarias que realiza la Facultad de Ciencias Químicas, para que las autoridades locales, personal docente y de salud atiendan de manera correcta las localidades con similitud de problemas, a fin de modificar aquellos malos hábitos y costumbres, para transformar comportamientos y garantizar una mejor calidad de vida entre la población.

Entre los obstáculos identificados para el trabajo comunitario, se encuentra los factores motivacionales de los padres de familia, situación muy similar ocurre en otros países como Venezuela (Maniscalchia et al., 2010). A pesar de ello, es necesario continuar con las acciones comunitarias, además de que otros actores relacionados con la problemática, se interesen e incorporen en la atención de las diversas necesidades que aquejan a la población rural del estado de Oaxaca. La colaboración interinstitucional es necesaria para generar un mayor impacto social en la población oaxaqueña que lo necesita, con la finalidad de mejorar su calidad de vida.

CONCLUSIONES

Se identificó una prevalencia de infección por *E. vermicularis* del 21.3%, los niños de primaria fueron los más infectados. Además del parásito en estudio, también se encontraron otros (*Áscaris* spp, *Trichuris* spp, *Entamoeba coli*, *Blastocystis* spp, *Ciclospora* spp, *Entamoeba histolytica*, *Endolimax nana* e *Hymenolepis* spp). La infección está asociada a las condiciones rurales de hacinamiento en la vivienda y dormitorio, malas condiciones de vivienda, mala higiene personal, ingesta de agua y alimentos no desinfectados, convivencia con animales domésticos y bajo nivel escolar de los padres de familia. El tratamiento con albendazol fue el tratamiento de elección. Se sugiere que las estrategias de prevención y educación para la salud, deben ser integrales, ya que el tratamiento antiparasitario por sí solo no va a mejorar las condiciones de salud, sino que deben contemplarse aspectos de educación para la higiene personal, de la alimentación y de la vivienda, así como programas de monitoreo permanente de parasitosis, principalmente a población marginada. Las brigadas de vinculación comunitaria, es una alternativa para la atención de las necesidades de salud de las poblaciones rurales de Oaxaca. Involucrar a los estudiantes en dichas actividades, les permite crear la cultura de la sensibilización a los problemas de salud de la sociedad.

REFERENCIAS

- Acosta, M., Cazorla, D. y Garvett, M. (2002). Enterobiosis en escolares de una población rural del estado Falcon, Venezuela y su relación con el nivel socio-económico. *Invest Clin. Venezuela* 43(3), 173 – 181.
- Báez, L.N., Pereira, B.J., Ruiz, A.S. y Marne, T.C. (2013) Prueba de Graham y enterobiosis; resultados de 11 años. *Rev Pediatr Aten Primaria*, 15,53, e1-e3
- Botero, D. y Restrepo M. (2012) *Parasitosis humanas*. 5ª edición. Corporación para Investigaciones Biológicas.
- Cazorla, D.J., Acosta, M.E., Zarraga, A. y Morales P. (2006). Estudio clínico-epidemiológico de enterobiosis en preescolares y escolares de Taratara, Estado Falcón, Venezuela. *Parasitol, Latinoam*. 61, 43-53.
- Cazorla-Perfetti, D. (2014) Aspectos relevantes de la enterobiosis humana. *Revisión crítica. SABER*, 26(3), 221-242.
- Cazorla-Perfetti, D. y Acosta-Quintero, M. (2014) Enterobiosis en adultos: ¿una infección subestimada? *SABER. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 26(2), 210-212.

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2017) Comunicado de prensa no. 09. <https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicadosprensa/Documents/Comunicado-09-Medicion-pobreza-2016.pdf>
- Corrales, F.L., Hernández, G.S., Rodríguez, A.M.A. y Hernández, P.A. (2011) Parasitismo intestinal infantil: factores epidemiológicos en Orange Walk, Belice. *Rev Ciencias Médicas*, 15(4),163-178.
- Dirección General de Población de Oaxaca (2015) Libro Demográfico Santiago Tlazolaltepec, Oaxaca. http://www.digepo.oaxaca.gob.mx/recursos/info_pdf/Santiago%20Tlazolaltepec.pdf
- Guevara, Y., De Haro, I., Cabrera, M., García de La Torre, G. y Salazar-Schettino, P.M. (2003). Enteroparasitosis en poblaciones indígenas y mestizas de la Sierra de Nayarit, México. *Parasitol Latinoam* 58, 30–34.
- Hernández, A.M.C. y Palacios, M.C. (2014) Parasitismo intestinal en niños de círculos infantiles en un municipio. *Rev. Ciencias Médicas*, 18(2),210-220
- Maniscalchia, M.T., Lemus, E.D., Kiriakosb, D., Pacheco, F., Aponte, C., Villarroel, O. y Harba, P. (2010) *Enterobius vermicularis* en niños del área rural del estado Anzoátegui, Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 30,128-133
- Mora, L., Segura, M., Martínez, I., Figuera, L., Salazar, S., Fermín, I. y González, B. (2009). Parasitosis intestinales y factores higiénicos sanitarios asociados en individuos de localidades rurales del estado Sucre. *Kasmera*, 37(2),148-156.
- Morales del Pino, J.R. (2016) Parasitosis intestinal en preescolares y escolares atendidos en el centro médico EsSalud de Celendín, Cajamarca. *Horizonte Médico*, 16(3), 35-42.
- Pezzani, B., Minvielle, M., De Luca, M., Cordoba, M., Apezteguia, M. y Basualdo, J. (2004) *Enterobius vermicularis* infection among population of General Mansilla, Argentina. *World J Gastroenterol*, 10(7), 2535-2539.
- Secretaria de Desarrollo Social (2016) *Informe anual sobre la situación de la pobreza y rezago social 2016. Santiago Tlazolaltepec, Oaxaca*. http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2016/Oaxaca_494.pdf
- Secretaria de Desarrollo Social (2017) *Informe anual sobre la situación de la pobreza y rezago social 2017. Santiago Tlazolaltepec, Oaxaca*. http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Oaxaca_494.pdf
- Song, H., Cho, C., Kim, J., Choi, M. y Hong, S. (2003) Prevalence and risk factors for enterobiasis among school children in a metropolitan city on Korea. *Parasitol. Res.* 91(1),46-50.
- Vera, D. (2010) Efectividad del tratamiento médico antiparasitario en niños de edad pre-escolar. Lima, Perú. *Revista Peruana de Epidemiología*, 14(1),72-78.
- World Health Organization (2006) *Preventive chemotherapy in human helminthiasis. Coordinated use of anthelmintic drugs in control interventions: a manual for health professionals and programme managers*.

DESCUBRIENDO HEMOGLOBINOPATÍAS EN POBLACIÓN AFROMEXICANA DEL ESTADO DE OAXACA

Honorio Torres Aguilar¹, Luis Alberto Hernández Osorio¹, Lucía Lourdes Martínez Martínez², Jaime Vargas Arzola¹ & Sergio Roberto Aguilar Ruíz²

Las enfermedades infecciosas son los padecimientos que cobran más vidas en las regiones de mayor vulnerabilidad económica de los países en vías de desarrollo. Adicionalmente, las complicaciones del embarazo y el parto son aún una de las principales causas de defunción de madres y lactantes. Muchas de las complicaciones derivadas de estas enfermedades están relacionadas con el estado de desnutrición crónica, la insalubridad, la ignorancia y principalmente la ausencia de servicios de salud (OMS, 2018). Por lo que, la mayoría de las enfermedades "de los pobres" podrían ser disminuidas con una adecuada alimentación, suministro de agua potable y acceso a educación y atención médica de calidad. Sin embargo, existe un grupo de enfermedades aquejando a poblaciones vulnerables que, por su naturaleza latente y de progresión lenta,

¹ Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. México. Miembro del CA Inmunología y Microbiología Clínica (UABJO-CA-65).

² Facultad de Medicina y Cirugía. Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca. México. Miembro del CA Inmunología y Microbiología Clínica (UABJO-CA-65).

permanecen sin diagnóstico y tratamiento adecuado, como enemigos silenciosos por generaciones hasta convertirse en problemas reales de salud pública... las enfermedades hereditarias.

El papel de los universitarios en la identificación de los problemas de su comunidad

Las misiones fundamentales de las universidades públicas son la formación de nuevos profesionistas de calidad, la generación de conocimiento y la colaboración científica para la resolución de los problemas de su comunidad. Las funciones de un profesor investigador dentro del ámbito universitario son la docencia, tutorías, gestión e investigación; lo que coloca a este último en un lugar estratégico para la identificación de los blancos a resolver en su región a través del contacto con sus estudiantes.

Sin darse cuenta, debido al trato profesional continuo con los jóvenes, al verlo como una imagen de autoridad y un ejemplo a seguir, le concede al profesor investigador una función más no descrita: el apoyo psicológico a sus estudiantes. Es así como en la práctica diaria, se pueden identificar, además de problemas personales y familiares, los problemas sociales y de salud a resolver en su comunidad.

La Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca, alberga estudiantes de todas las regiones del estado, provenientes de regiones con múltiples condiciones sociales y económicas. Lo que, además de proveer una riqueza sociocultural a considerar para su educación, también ofrece un panorama general de sus localidades. Asimismo, muchos de sus egresados mantienen su identidad cultural y regresan ya como profesionales a sus comunidades asumiendo el compromiso de contribuir en algo a su desarrollo. De esta forma, se acercan nuevamente a sus profesores solicitando asesoría para la resolución directa de los problemas actuales que han identificado en su práctica profesional.

Es así, como parte de la práctica docente en el análisis de casos clínicos en las unidades formativas de hematología, algunos estudiantes y egresados de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo de la Facultad de Ciencias Químicas, que eran descendientes de habitantes fromexicanos provenientes de la costa oaxaqueña, exteriorizaban su inquietud por haber observado manifestaciones clínicas de anemia crónica en sus familiares e incluso

en ellos mismos, y su preocupación por no contar con un diagnóstico y tratamiento adecuado hasta el momento.

Las hemoglobinopatías: un problema de salud pública subestimado en población afrodescendiente de México

A pesar de la abundancia de recursos agrícolas, ganaderos y forestales en el sureste del México, los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca presentan carencias en bienestar social y, en consecuencia, en la salud de sus habitantes. En particular, Oaxaca es el estado de la República Mexicana que posee las regiones de mayor complejidad geográfica, cuenta con zonas prácticamente impenetrables pero habitadas aún en zonas insospechables que albergan poblaciones con altos niveles de pobreza y marginación social (INEGI, 2016). Este innegable hecho ha ocasionado que la cobertura total de los servicios de salud en el estado se convierta en un reto aún inalcanzable.

En muchas zonas marginadas del estado, la anemia crónica se presenta frecuentemente en niños y adultos. Sin embargo, aunque se tiene la creencia general de que este padecimiento puede ser ocasionado por deficiencias nutricionales, el tipo de alimentación en poblaciones rurales basado en la producción autosustentable y consumo de sus propios alimentos de origen vegetal y animal, reduce la posibilidad de que el origen de la anemia crónica sea la falta de acceso a alimentos con adecuado valor nutritivo, limitándose solamente a situaciones de pobreza extrema con desnutrición severa (INSP, 2012). Por lo que, la persistencia de anemia crónica en una persona, después de descartar probables causas nutricionales, debería considerar la presencia de factores hereditarios.

Las hemoglobinopatías son enfermedades hereditarias causantes de anemia crónica, de alta prevalencia en población de raza negra de África, y en los grupos étnicos de la cuenca mediterránea y del sudeste de Asia. La OMS estima que, aproximadamente un 5% de la población mundial podría ser portadora de mutaciones causantes de hemoglobinopatías (Modell & Darlison, 2008). Sin embargo, el aumento de las migraciones ha introducido estas enfermedades en poblaciones donde originalmente no eran endémicas. Por lo anterior, las hemoglobinopatías han sido reconocidas como importantes factores que afectan la salud pública en todo el mundo, principalmente en poblaciones con

ascendencia africana (Center for Disease Control and Prevention, 2015). Debido a esto, muchos países han implementado programas de detección que han brindado información epidemiológica alertando la necesidad de su detección y tratamiento oportuno. En México representan un problema sub-diagnosticado y en particular en poblaciones con ascendencia africana, podrían representar un problema que podría estar afectando su calidad de vida (Peñaloza-Espinosa et al., 2008).

De acuerdo a la Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (CONAPRED), Guerrero es la entidad que tiene la mayor proporción de afrodescendientes, con 6.5%; seguido de Oaxaca, con 4.9%; y Veracruz con 3.3% (CNDH, 2017).

En Oaxaca no existe ningún registro, reporte o información acerca de la prevalencia, control y distribución de hemoglobinopatías. El INEGI reporta 106 localidades con habitantes afrodescendientes, generalmente identificadas con situación de extrema pobreza, estas localidades pertenecen a 17 municipios localizados en la región Costa colindante con el estado de Guerrero y en las regiones Cañada, Papaloapan e Istmo (INEGI, 2013). En el estado, ninguna institución de salud realiza el tamizaje para el diagnóstico oportuno de hemoglobinopatías, lo que ocasiona que las personas con estas enfermedades no reciban el tratamiento adecuado y que permanezcan enfermos durante toda su vida.

¿Qué es una hemoglobinopatía?

El término hemoglobinopatía engloba a los padecimientos en donde existen alteraciones de la molécula de hemoglobina, en su mayoría son hereditarias aunque pueden presentarse en personas sin antecedentes familiares. Sin embargo, si son la causa hereditaria más comunes causantes de anemia crónica. La función de la hemoglobina es fundamental para la vida, se encuentra dentro de los eritrocitos que son células que circulan en la sangre y su función es el transportar oxígeno a todas las demás células del cuerpo, por lo cual su deficiencia ocasiona los síntomas característicos de la anemia (fatiga extrema, debilidad, palidez, dolor de cabeza, mareos o aturdimiento; en casos graves se

puede presentar dolor en el pecho, latidos rápidos del corazón o dificultad para respirar, manos y pies fríos, inflamación o hinchazón de la lengua; y en situaciones extremas puede ocasionar la muerte).

La estructura de la hemoglobina contiene cuatro subunidades denominadas globinas las cuales son susceptibles a mutaciones que pueden heredarse. Si estas mutaciones producen cambios en su organización se denominan hemoglobinopatías estructurales, pero si ocasionan ausencia o reducción en la producción de una globina se les llama talasemias. En ambos casos se produce una disminución en la capacidad de la hemoglobina para captar oxígeno (Compennolle et. al., 2018). Mundialmente se han descrito aproximadamente 900 variantes de hemoglobinopatías estructurales; aunque muchas pueden ser asintomáticas, existen casos en los cuales se producen alteraciones que ocasionan la ruptura de los eritrocitos, manifestándose como una anemia crónica que no responde al tratamiento de compensación nutricional (Goonasekera et al., 2018).

La Facultad de Ciencias Químicas contribuyendo al diagnóstico de hemoglobinopatías en habitantes afromexicanos de la costa oaxaqueña

En el año 2015, se fundó en la Facultad de Ciencias Químicas el Cuerpo Académico UABJO-CA-65, denominado en ese entonces “Innovación diagnóstica y análisis Molecular en Salud Pública”, cuya línea principal de generación y aplicación de conocimiento fue el “Diagnóstico de enfermedades subestimadas en poblaciones vulnerables de alta marginación social en el estado de Oaxaca”; lo anterior debido a que (en concordancia a lo descrito por la OMS), los estudios de salud pública realizados en poblaciones de Oaxaca, habían revelado la subestimación de ciertas enfermedades infecciosas tales como la tuberculosis, la enfermedad de Chagas y algunas zoonosis. Las hemoglobinopatías surgieron como las enfermedades hereditarias en población afromexicana de la costa de Oaxaca. Así mismo, se tomó en consideración las aportaciones de la experiencia de los estudiantes provenientes de descendientes afromexicanos de la costa de Oaxaca.

El primer reto por vencer fue la estandarización de las técnicas de laboratorio para el diagnóstico de estas enfermedades. Aunque actualmente se puede utilizar métodos sofisticados como la cromatografía líquida de alta resolución (del inglés, HPLC) y la

secuenciación de genes, el estándar de oro para el tamizaje de hemoglobinopatías aún sigue siendo la electroforesis que resulta ser económica y de baja complejidad metodológica (Greene et al., 2015). Para cumplir con los estándares de ética, normatividad y responsabilidad social, el proyecto fue sometido para su evaluación y fue autorizado por el Comité de Ética e Investigación de la Facultad de Ciencias Químicas, número de registro CIP-06-2017. Para la estandarización de las técnicas de electroforesis se utilizaron controles positivos proporcionados por el Laboratorio de Análisis Clínicos del Hospital Regional de Alta Especialidad de Oaxaca.

Una vez obtenidas las condiciones metodológicas adecuadas para el diagnóstico de hemoglobinopatías por electroforesis, se realizó un muestreo en el municipio de Santa María cortijo, Jamiltepec, ubicado en las costas del estado de Oaxaca (Figura 1). Lo anterior, debido a que, basándose en información proporcionada por el INEGI, esta es la población más marginada en la costa de Oaxaca con alta presencia de descendientes afromexicanos (Figura 2). Para este fin, se solicitó la autorización de las autoridades municipales para realizar una Brigada de Salud Comunitaria en su población, la cual consistió en realizar estudios de laboratorio clínico sin costo a sus habitantes, así como en brindarles la información y asesoramiento de sus resultados. Durante esta brigada, bajo asesoría de la CONAPRED y la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CNDPI) se seleccionaron individuos afrodescendientes con un cuestionario de autoidentificación y bajo consentimiento informado sus muestras de sangre se utilizaron para la detección de hemoglobinopatías.

Para la detección de las personas que presentaban anemia, se establecieron los valores de referencia de los niveles de hemoglobina con los individuos muestreados, calculando el promedio de todas las muestras \pm una desviación estándar, obteniendo un rango normal para esta población entre 12.0-15.3 g/dL. De las 140 personas analizadas, 15 de ellas presentaron una concentración de hemoglobina entre 10.4-11.8 g/dL, lo que indicaba una probable anemia. A éstas 15 personas se le determinaron sus niveles de hierro sérico, encontrándose todos ellos dentro de los niveles normales (40.6-126.7 μ g/dL), por lo que los convertían en candidatos presuntivos para presentar hemoglobinopatías.

Figura 1.

Equipo de trabajo (profesores y estudiantes) en la Brigada de Salud Comunitaria.



Utilizando las técnicas de electroforesis previamente estandarizadas se analizaron los porcentajes del perfil de las hemoglobinas que constituía a cada una de las muestras procesadas. De esta forma se identificaron a seis personas con presencia de hemoglobinopatías; dos individuos con presencia de hemoglobina S (rasgo falciforme), tres individuos con persistencia de hemoglobina fetal (probable β -talasemia) y un individuo con probabilidad de poseer ambas hemoglobinopatías.

La OMS reporta que aproximadamente un 5% de la población mundial podría ser portadora de mutaciones causantes de hemoglobinopatías (Modell & Darlison, 2008). La prevalencia de hemoglobinopatías obtenida en este trabajo (3.57%), en la población del Municipio de Santa María Cortijo, en la costa de Oaxaca, fue superior a lo informados en otros estudios en poblaciones mexicanas ubicadas en el centro de la república, en los

cuales se observa portadores entre el 1 y 2%. Sin embargo, de forma similar, se detectó que las hemoglobinopatías más frecuentes son la presencia de Hb S (2.14%) y la persistencia de Hb F inducida por una probable β -talasemia (2.14%). Sorprendentemente, en nuestra población de estudio, detectamos un caso de un individuo que no había sido reportado antes en México, un individuo que presentó simultáneamente Hb S y persistencia de Hb F, indicando un posible caso de un portador simultáneo (S- β^t) debido a probable endogamia entre los individuos de la misma población. Lo anterior resalta la necesidad de considerar a las hemoglobinopatías como un problema de salud pública que requiere atención inmediata en poblaciones de mayor vulnerabilidad.

Figura 2.

Muestreo a pobladores de ascendencia afroamericana de Santa María Cortijo.



En los portadores de Hb S de nuestro estudio, la concentración de hemoglobina detectada al momento del muestreo fue ligeramente baja (entre 10.0 y 11.0 g/dL), lo que indica un probable mecanismo de compensación que ocasiona que no presenten una anemia grave casi asintomática, por lo que las personas que las padecen puedan sobrevivir sin nunca ser diagnosticadas ni recibir tratamiento. Pero este hecho no excluye la posibilidad de que puedan presentar crisis hemolíticas, lo que podría poner en riesgo su

vida; o bien, de que puedan heredar las mutaciones a sus descendientes y de que estos puedan presentar sintomatologías más graves.

Actualmente, en Oaxaca, existe un subregistro de portadores y pacientes con hemoglobinopatías. Los resultados de esta investigación en población afrodescendiente, resaltan la evidente necesidad de aplicar métodos de detección oportuna con la finalidad de poder proporcionar información, tratamiento, consejo genético y, cuando sea posible, diagnóstico prenatal a las parejas portadoras para que tomen sus decisiones reproductivas de manera libre e informada.

El trabajo de campo y de laboratorio de los estudiantes y profesores enfocados hacia la obtención de resultados en este y muchos otros proyectos de impacto en salud pública continúa. Se está ampliando el muestreo de habitantes afrodescendientes abarcando más comunidades de la costa oaxaqueña. Al momento se han detectado dos familias portadoras de mutaciones que dan origen a rasgo falciforme (Hemoglobina S) y se están estandarizando las técnicas de laboratorio para diagnosticar otros tipos de hemoglobinopatías. Adicionalmente, se está realizando la secuenciación genética para identificar cuáles son las mutaciones responsables de su origen, con la finalidad de identificar si son mutaciones que ya han sido reportadas en otras regiones de México o del mundo, o bien, si son mutaciones nuevas propias de nuestra población. Así mismo, se tiene la perspectiva de extender el estudio a poblaciones sin ascendencia afromexicana, pero con sintomatología de ser portadores de hemoglobinopatías, con la finalidad de evaluar el impacto real de la diseminación de estas mutaciones en nuestra población oaxaqueña.

REFERENCIAS

- Center for disease control and prevention. (2015). Association of Public Health Laboratories. *Hemoglobinopathies: Current Practices for Screening, Confirmation and Follow-up*. <https://www.cdc.gov/>
- Comisión Nacional de Derechos Humanos. (2017). *Perfil de la población afrodescendiente de México*.
- Compernelle, V., Chou, S.T., Tanael, S., Savage, W., Howard, J., Josephson, C.D., Odame, I., Hogan, C., Denomme, G., Shehata, N. (2018). International Collaboration for Transfusion Medicine Guidelines. Red blood cell specifications for patients with hemoglobinopathies: a systematic review and guideline. *Transfusion*. 58 (6):1555-1566.

- Goonasekera, H.W., Paththinige, C.S., Dissanayake, V.H.W. (2018) Population Screening for Hemoglobinopathies. *Annu Rev Genomics Hum Genet.* 19,355-380
- Greene, D.N., Vaughn, C.P., Crews, B.O., Agarwal, A.M. (2015). Advances in detection of hemoglobinopathies. *Clin Chim Acta.* 439,50-7
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía.(2016) *México en cifras.* 2016.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). *Perfil sociodemográfico de localidades con presencia de población afroamericana de Oaxaca.* <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000037274>
- Instituto Nacional de Salud Pública (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. <https://ensanut.insp.mx/informes/Oaxaca-OCT.pdf>
- Modell, B. y Darlison, M. (2008). Global epidemiology of haemoglobin disorders and derived service indicators. *Bull World Health Organ.* 86(6),480-7.
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *10 amenazas a la salud mundial en 2018.* <https://www.who.int/features/2018/10-threats-global-health/es/>
- Peñaloza-Espinosa, R, I, Buentello-Malo, L., Hernández-Maya, M.A., Nieva-García, B., Lisker-Yurkowitzki, R., Salamanca-Gómez, F. (2008). Hemoglobin S frequency in five Mexican populations and its importance in public health. *Salud Publica Mex;* 50,325-329.

ANÁLISIS CLÍNICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN INFANTES DE GUARDERÍAS DEL VALLE DE OAXACA

Adriana Moreno Rodríguez,¹ Rafael Torres Rosas¹, Liliana Argueta Figueroa²,
Asela Garnica Sánchez³ & Yobana Pérez Cervera¹

En México, 9.6% de la población femenina entre 15 y 54 años son madres solteras y cuentan con al menos un hijo nacido vivo; de acuerdo a datos del primer trimestre de 2017 de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), el 41.8% de dichas mujeres trabaja: de donde 31.2% se encuentran en el sector informal, 12.2% en el doméstico remunerado y 38.6% están insertas en empresas y negocios, en tanto que el 16.4% laboran para instituciones, sin embargo no se tienen datos precisos del porcentaje de padres sin pareja a cargo de hijos. En tanto, la proporción de niños de hasta 6 años de edad que son atendidos en guarderías públicas, pasó de 1.3% del total en el año 2000 a 2.9% en 2013, según los resultados de la Encuesta Nacional de Empleo y Seguridad Social realizada en 2000 y 2013 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). En México se cuentan con guarderías de seguridad social y particulares directamente ligadas a las oportunidades económicas del trabajador, los requisitos de ingreso suelen ser los mismos que en instituciones públicas que comprenden la clave única de registro de

¹ Profesor investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Facultad de Odontología respectivamente, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Miembros del CA Investigación en Salud (UABJO-CA-63).

² Cátedras CONACYT-Facultad de Odontología, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.

³ Profesor de Asignatura, Facultad de Ciencias Químicas, UABJO.

población, cartilla de vacunación y acta de nacimiento. En el mismo sentido, se solicita un certificado de salud mismo que contemplan análisis coproparasitoscópico único, exudado faríngeo, examen general de orina, fórmula roja y grupo sanguíneo; en caso de presentar alguna alteración se realiza la canalización al médico correspondiente para controlar la patología diagnosticada y con ello, permitir el acceso al infante sin poner en riesgo la salud del resto de los niños inscritos en la institución.

La mortalidad por enfermedades diarreicas y respiratorias agudas es uno de los parámetros que se usan en la estimación del grado de salud en la población pediátrica dentro de los Indicadores de Salud Poblacional (ISP). En México, para el año 2010 enfermaron a causa de la diarrea 1.39 millones de niños menores de cinco años, en el mismo año fallecieron 852, siendo la quinta causa de muerte de este grupo etario (Gobierno del Estado de México, 2016).

Otro de los ISP es el estado de nutrición que se puede ver reflejado en la anemia. La OMS ha definido que las prevalencias menores a 5.0% son reflejo de un buen desempeño, de 5.0% a 19.9% son indicativas de un problema leve, de 20% a 39% de un problema moderado y porcentajes iguales o superiores a 40% se deben considerar como un problema grave. En México en el 2006, la prevalencia de anemia fue de 37.8% en niños menores de 2 años y 20% de 2 a 5 años; mientras que en el 2012 la prevalencia fue de 23.3% para el mismo grupo etario, de acuerdo con los datos de ENSANUT.

La OMS define la anemia como el descenso del nivel de hemoglobina dos desviaciones estándar por debajo de lo normal para la edad y sexo; en el caso de los niños de 6 meses a 6 años, se consideran cifras normales concentraciones mayores a 11 g/dL (Llanos, 2016).

La parasitosis intestinal es otro de los criterios para el ISP, esta se define como una infección intestinal causada por protozoarios o helmintos (organismos unicelulares y gusanos). En los países en vías de desarrollo se le relaciona con la carencia de servicios de agua y drenaje, así como falta de medidas de prevención adecuadas (Jacinto et al., 2012). Estas infecciones son generalmente subestimadas por ser asintomáticas, pero representan un factor de morbilidad importante cuando se asocian a la desnutrición.

En el mismo sentido, la presencia de bacterias patógenas en la nasofaringe puede correlacionarse con enfermedades respiratorias agudas que también forman parte de los ISP. La nasofaringe humana es colonizada por bacterias potencialmente patógenas, que resultan agentes causales importantes de infecciones del tracto respiratorio en personas de todas las edades, sobre todo en niños y ancianos. Al respecto, la faringitis representa una de las enfermedades que ocasiona mayor asistencia a consultas pediátricas, cuya causa generalmente es viral, aunque hasta un tercio de los casos tienen origen bacteriano y requieren tratamiento con antibióticos (Fuentes et al., 2009). El estreptococo beta-hemolítico (EBH) produce complicaciones, supurativas y no supurativas; las primeras por diseminación a otros tejidos, y las segundas como secuelas de la respuesta inmunológica y entre estas últimas se cuentan la fiebre reumática aguda y la glomerulonefritis post-estreptocócica. De igual manera, la infección por EBH del grupo A (*Streptococcus pyogenes*) es la primera causa bacteriana de amigdalofaringitis entre los 3 y 15 años de edad y su prevalencia global es de 15-20%. La condición epidemiológica más importante en estos casos es la de ser portador asintomático, puesto que predispone a infecciones frecuentes y recurrentes que a su vez impiden la recuperación completa de los tejidos afectados y conducen a una enfermedad grave (Soria et al., 2017). Las localizaciones de multiplicación más frecuentes de los estreptococos son: la nariz, las cavidades sinusales y la garganta. Según el grado de concentración en que esté presente en las secreciones, el estreptococo se proyecta hacia el ambiente en los actos de toser, estornudar, hablar. Los portadores nasales son los de mayor importancia médica en cuanto a la difusión de los estreptococos (Ferrer et al., 2013). La cepa bacteriana se mantiene en el ambiente gracias a la portación humana por ser su único reservorio. Existen varios factores que influyen en una mayor o menor incidencia de estas enfermedades: hacinamiento, condiciones de la vivienda, higiene personal y otras infecciones concomitantes, grado de susceptibilidad de la población respecto a los tipos de estreptococos predominantes y poder patógeno de la cepa estreptocócica (virulencia y patogenicidad) (Llugcha & Reinaldo, 2018).

La infección de vías urinarias (IVU) se define como la presencia de bacteriuria significativa sintomática o no, que se adquiere principalmente por vía ascendente, tras la colonización por gérmenes intestinales del epitelio periuretral, uretral y vesical (cistitis) (Stein et al., 2015), pudiendo alcanzar desde el uréter hasta el tejido renal (pielonefritis);

o bien, vía hematológica o directa dada por procedimientos invasivos en el tracto urinario (Calderón-Jaimes et al., 2013).

La importancia de abordar oportunamente las infecciones de vías urinarias radica en que en el 30% de las malformaciones del riñón y tracto urinario pueden ser provocadas por IVU, que son el primer signo de alarma. Éstas son la causa de infección bacteriana más frecuente en niños y la causa más frecuente de fiebre sin foco en menores de 3 años. Más del 30% de los lactantes y niños pueden presentar infecciones recurrentes durante los primeros 6-12 meses después de la primera IVU (Rodríguez & Fernández, 2014).

Debido al costo que genera el realizar los análisis clínicos y de seguimiento de todos estos indicadores, se desarrolló una intervención por parte de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca, en la cual se llevaron a cabo los estudios pertinentes para el diagnóstico médico en diez estancias infantiles del Valle de Oaxaca. Los resultados se muestran a continuación.

MÉTODO

Tomando a la población inscrita como el 100% de sujetos, se trabajó con 563 niños provenientes de 10 guarderías del Valle de Oaxaca. Los criterios de inclusión fueron infantes de hasta 4 años inscritos en el área de maternal y lactantes. A todos se les solicitó el consentimiento informado. Se realizó un estudio observacional, exploratorio y transversal. En un primer paso se identificaron las características físicas de las guarderías infantiles, se realizó la solicitud formal para tener acceso y se citó a reunión informativa con los padres de familia donde se dieron las pláticas, capacitación y se solicitó la firma de consentimiento informado, posteriormente se plantearon las fechas de muestreo y envío de materiales a cada una de dichas guarderías. Se les pidió a las responsables de las guarderías que se individualizara la atención de cada uno de los infantes para posteriormente dar un seguimiento a cada uno. En cada muestreo se realizaron los siguientes análisis: nivel de hemoglobina, examen general de orina, exudado faríngeo, grupo sanguíneo y coproparasitológico.

Se organizaron los materiales de trabajo, la documentación, así como las muestras recolectadas, posteriormente se otorgaron pláticas del manual de prevención de enfermedades con los padres de los niños que asisten a las guarderías estudiadas, en el mismo sentido se realizó una capacitación constante de las responsables para el cuidado de los infantes, así como la sanitización de espacios y agua. Durante el procesamiento de las muestras de biometría hemática, estas se manejaron con los aditamentos, controles y lisantes; asimismo, se dio mantenimiento del equipo para obtener resultados confiables, la lectura de las muestras se llevó a cabo en un equipo ADVIA 60 con los debidos estándares de control de calidad en cada una de las fases analíticas. En los pacientes con un conteo alto de células blancas se requirió de un análisis complementario para identificar los plausibles agentes infecciosos mediante la tipificación de leucocitos diferencial Romanowsky.

Durante el estudio de exudado faríngeo se realizó tinción Gram, aislamiento bacteriano mediante cultivos selectivos tales como agar sangre, Saboraud, sal y manitol, y MacConkey, para posteriormente realizar la identificación de género y especie mediante reacciones específicas como hemólisis y características de resistencia bacteriana, para lo que se probó con estrepto-kit y vancomicina, plasma citratado y otros requerimientos de la bacteria, sumando a ello la sensibilidad microbiana. En el examen general de orina, las muestras fueron recolectadas indicando a los padres que debía ser la primera orina de la mañana, recolectada previo aseo genital y en caso de requerirlo se empleó bolsa recolectora para niño y niña, para los infantes en los que fue posible el recolectado en el frasco se les proporcionó, y se les indicó a los responsables que no hubieran trascurrido más de 30 minutos de haber obtenido la muestra para entregarla para su análisis transfiriéndola en tubos Urin-Tek, posteriormente se realizaron los análisis físico-químicos y microscópicos, este último se siguió el protocolo para observar en relación 1:10 con Sternheimer-Malbin, reportando cada uno de los análisis anteriormente mencionados.

En el estudio coproparasitoscópico se solicitó una muestra de excremento del tamaño de una nuez, mismo que se depositó en un vaso para copro Sarstedt, sugiriendo la conservación en un lugar fresco una vez recolectada. Para el examen físico del coproparasitoscópico, se analizó cada muestra tomando en cuenta color, consistencia, restos alimenticios, moco, pus, sangre, parásitos macroscópicos y posteriormente se

realizó la técnica coproparasitoscópica directa en solución salina isotónica y lugol, en busca de quistes, trofozoítos y huevecillos, posteriormente se llevó a cabo la técnica flotación de Faust haciendo una diferenciación por gradiente de densidad, por último se observó al microscopio las formas parasitarias a seco débil y seco fuerte. El grupo sanguíneo se determinó poniendo cada muestra en contacto con el antisuero correspondiente con base al sistema A, B, O.

Se calculó la razón de momios para cada diagnóstico de parasitosis intestinal, anemia, infección de las vías urinarias e infección faríngea, dicha razón se utilizó para determinar el riesgo (probabilidad) para los infantes en un momento dado de presentar cada una de estas condiciones clínicas de acuerdo con el sexo.

Al finalizar el estudio, se entregó el resultado de cada infante, se otorgó atención y seguimiento individualizado; además un informe final por guardería, con las recomendaciones generales emitidas por parte de los responsables de la investigación, las cuales buscaron fomentar el buen uso de espacios y las áreas, así como el adecuado cuidado de los niños.

RESULTADOS

Se atendieron un total de 563 individuos de los cuales el 57% fueron niñas y 43% niños. Para el grupo sanguíneo en niñas, el 10.5% fueron A Rh(+), 3.7% B Rh(+), 3.17 %AB Rh(+) y 75.45 % O Rh(+); respecto a los niños el 12.4% fueron A Rh(+), 6.63% B Rh(+), 0.8% AB Rh(+) y 78% O Rh(+). Un 8.0% de las niñas y 2.1% de niños presentaron el grupo sanguíneo no determinado debido a que los padres no acudieron con el infante a la toma de muestra o no autorizaron la toma de muestra (Tabla 1).

Tabla 1.

Grupo sanguíneo*

Grupo	Niñas	Niños
A Rh positivo	34	30
B Rh positivo	12	16
AB Rh positivo	7	2
O Rh positivo	243	188
No realizados	26	5

*Sujetos de estudio (n= 563) estratificados por grupo sanguíneo y sexo.

En los análisis coproparasitológicos, el 19.5% fueron positivos en niñas, mientras que 57.1% fueron negativos y 3.4% no se realizaron; asimismo, en niños, el 15.3 % fueron positivos, 69.7% negativos y no se realizaron en el 14%, entre las causas que los padres argumentaron para no recolectar la muestra se encontraba la imposibilidad de hacer la toma en las fechas programadas, o bien, la muestra no era adecuada para el análisis. Del total de muestras que se encontraron positivas, un 6.9% fue para *Entamoeba histolytica*, 2.3% para *Giardia duodenalis*, 4.4% para *Blastocystis spp*, 1.95% para *Entamoeba coli*, y finalmente, 0.35% para *Iodamoeba butschlii*. Las niñas mostraron la mayor prevalencia por presencia de parásitos, con una OR de 1.55 en comparación con los niños, encontrándose una prevalencia de 22.12% de la población infantil estudiada (Tabla 2).

Otro criterio considerado fue la anemia, la cual se determinó cuantificando la concentración de hemoglobina en sangre menor a 11.5 g/dL. A partir de ello, se encontró que un 88.8% de la población femenina tenía un nivel de hemoglobina normal y 7.7% anormal (anemia), mientras que un 3.4% quedó indeterminado debido a factores relacionados con el consentimiento de los padres, de igual forma únicamente el 0.41% de los varones no fue determinado, el 86.3% de los niños tienen resultados normales y únicamente el 13.2% se encontró anormal, estos infantes fueron canalizados con el médico de apoyo y posteriormente se le dio seguimiento para ver el resultado del tratamiento (Tabla 2). De esta manera, los niños mostraron una razón de momios (OR) de 1.76 veces más probabilidad respecto que las niñas de presentar un nivel menor a 11.5 g/dL de hemoglobina, con una prevalencia indistinta al sexo de 10.34%.

Tabla 2.

*Estudios de laboratorio.**

Tipo de análisis	Niñas	Niños
Coproparasitoscópico		
Positivo	63	37
Negativo	184	168
No realizado	75	36
Hemoglobina		
Mayor de 11.5 g/dL	286	208
Menor de 11.5 g/dL	25	32
No realizado	11	1
Infecciones de vías urinarias		
Positivo	68	12
Negativo	231	175
No realizado	23	54
Exudado faríngeo		
Positivo	16	19
Negativo	263	180
No realizado	43	42
Total	322	241

*Sujetos de estudio (n= 563). Resultados de coproparasitoscópico, nivel de hemoglobina para evaluación de anemia, examen general de orina con reporte simplificado de infección de vías urinarias, exudado faríngeo positivo para estreptococo beta-hemolítico. Datos estratificados por sexo.

En el examen general de orina la presencia de bacterias se relacionó con una infección de vías urinarias en el 21.1% de las niñas de un total de 322 pacientes atendidas y 9.09% de niños atendidos de un total de 241 infantes, de los cuales se encontraron dentro de parámetros de normalidad con un 81.67% en niñas y un 74.68% en niños; por el contrario, el 13.35% de niñas no proporcionaron muestra para análisis y el 17.4% de niños fueron indeterminados (Tabla 2). Las niñas mostraron 4.86 veces (OR) más probabilidad de presentar dicha infección que los niños, la prevalencia hallada fue de 16.46% en la muestra estudiada.

Para el exudado faríngeo se tomó el criterio de la búsqueda de EBH del grupo A. En la muestra se aisló microbiota de orofaringe en un total de 263 niñas y 180 niños, que corresponden a 81.6% y 74.3% respectivamente, por otro lado en el 13.35% de niñas y el 17.42% de niños no fue posible realizar la toma de muestra por no cumplir con las especificaciones para su obtención o debido a la falta de autorización de los padres para la toma del exudado (Tabla 2), por lo que se encontró una mayor prevalencia de EBH del grupo A en la faringe en los niños que en las niñas (OR=1.74), siendo la prevalencia de 7.36% en dichos infantes. Mismos que fueron canalizados con el médico que brindó el tratamiento y se encargó del seguimiento para posteriormente realizar el exudado faríngeo de control.

DISCUSIÓN

De acuerdo a la distribución global, que divide a México en ocho regiones, con base en características demográficas, económicas, sociales y de salud, el estado de Oaxaca corresponde a la Región suroeste de nivel de desarrollo bajo y ocupa el tercer lugar en pobreza (CONEVAL, 2012).

Tanto en infantes femeninos como masculinos, el grupo sanguíneo más frecuente fue O Rh positivo, seguido de A Rh positivo, B Rh positivo y, por último, AB Rh positivo. Es importante que los padres conozcan el grupo sanguíneo de sus hijos, ya que en caso de requerir una intervención quirúrgica o un accidente en el cual que requiera una transfusión sanguínea, este es un dato indispensable.

En el examen coproparasitológico se encontró una prevalencia de 22.12% de la población infantil estudiada, mientras que en un estudio observacional transversal y descriptivo con 432 niños de Jalisco, México, de 12 a 120 meses de edad, la prevalencia de parasitosis fue de 47.2%, predominando la *E. histolytica* 30.2% y la *G. lamblia* 28.9% (Vásquez-Garibay et al., 2002). Otros estudios también tienen prevalencias más altas que las halladas en este trabajo, de hecho, hay una tendencia a la disminución de la parasitosis entre más reciente es el reporte (Soto-Estrada et al., 2016). Esto probablemente se debe a que, paulatinamente se han ido implementado orientación en medidas higiénicas,

aumento del acceso a agua potable y drenaje, sanitización de los espacios de vivienda, así como la mejora en las condiciones de vida. Sin embargo, aún hay regiones aisladas o con difícil acceso en el estado de Oaxaca, donde no hay suficientes programas de educación e intervención en salud o suficiente cobertura para las poblaciones vulnerables. Otros reportes abordan no solo la prevalencia en el estado de Guerrero, México, sino la importancia de llevar a cabo estudios sistemáticos a lo largo del tiempo, en las diversas regiones del país, para mantener una vigilancia epidemiológica adecuada, ya que se sospecha que existe una subestimación en la frecuencia reportada de parasitosis (Rodríguez et al., 2008). La población infantil es una población vulnerable en diversos aspectos, aunque, estos parásitos pueden infectar a personas de todas las edades, pero los niños a menudo se infectan con alta intensidad en el grupo de edad de 3 a 12 años debido al uso de agua no potable y la falta de higiene personal, que son las principales causas de morbilidad y mortalidad entre infantes. Como resultado, experimentan retraso en el crecimiento y disminución de la aptitud física, así como problemas de memoria y cognición (Yadav & Prakash, 2016).

Por otro lado, considerando la categorización de la anemia de acuerdo con la prevalencia, dicho indicador en este trabajo (prevalencia=10.34%) se considera como indicativa de un problema leve en la población estudiada. Se ha discutido en la literatura actual acerca de la multicausalidad de los niveles bajos de hemoglobina, atribuibles a condiciones socioeconómicas y características materno-infantiles. Aquellos factores modificables motivan la necesidad de implantación y refuerzo de medidas direccionadas para niños que frecuentan guarderías infantiles, para lo cual es fundamental el involucramiento de la familia, con preocupación reforzada en los niños cuyas mamás tienen menor nivel educacional, así como en los casos de infantes de menor edad y con prejuicios en su peso, estado de salud y condición nutricional de otros micronutrientes como vitamina A y zinc que posiblemente también pueden estar disminuidos (Pedraza et al., 2018).

Las infecciones de vías urinarias son un motivo frecuente de consulta en medicina general, debido a que los síntomas y signos son atípicos en los niños, el diagnóstico clínico suele ser insuficiente, por lo que es necesario el apoyo de estudios de laboratorio. Los agentes infecciosos pueden llegar al tracto urinario por sangre o por relación de

contigüidad de las estructuras, siendo esta última la causa del 95.0% de las infecciones las cuales comienzan en la uretra con el posterior avance a tejidos más profundos, por las características anatómicas de la mujer (uretra más corta, y mayor cercanía con el ano respecto al hombre) y los procesos de aprendizaje en el aseo anal las infantes suelen ser más susceptibles a las infecciones de vías urinarias (Secretaría de Salud, 2009). En el actual estudio se encontró una prevalencia 4.8 veces más en niñas que en niños lo que correlaciona con los reportes nacionales en los que se indica que después de un mes de edad es más frecuente en niñas, con una prevalencia de 1 a 2%. En general, el riesgo de IVU durante la primera década de la vida es del 1% para varones y 3% para las mujeres. Después de la segunda década de la vida, sigue predominando en las niñas con una relación de 4:1.

Por otra parte, se ha encontrado, con diferencia significativa, que 67% de los niños con infecciones respiratorias altas recurrentes y 32% de los niños sin dichas infecciones recurrentes acuden a estancias infantiles, observándose que el riesgo de tener infecciones respiratorias altas recurrentes es cuatro veces mayor (OR= 4.31) en los niños que asisten a las estancias infantiles. En el presente estudio no se abordó la comparativa con niños cuidados en el hogar, sin embargo, lo anterior demuestra que es muy importante el monitoreo en las guarderías infantiles porque es un criterio de salud predominante. Otros factores de riesgo ambientales incluyen exposición al humo del tabaco, condiciones de cambios bruscos de temperatura por vivienda inadecuada a las condiciones climáticas y lugar de residencia rural (Ciria-Martin et al., 2012).

Por último, es importante destacar que la promoción y la prevención son los pilares de la salud poblacional que se puede reflejar en la economía del país mediante la reducción de costos en atención especializada (Ackerman et al., 2001) el buen lavado de manos, el adecuado manejo de alimentos y el agua, así como la eliminación de los desechos han conformado parte primordial de los elementos preventivos de las enfermedades infecciosas (Aiello & Larson, 2002; Ejemot-Nwadiaro et al., 2008) Se debe tener particular atención en aquellos lugares de estancia en niños en preescolar, ya que este grupo poblacional es aún muy dependiente del cuidado que otorga tanto el personal de la institución para con el infante y con el ambiente que lo rodea, además los padres deben ir cultivando los adecuados hábitos de higiene; en términos del medio en el que se

desenvuelven, se ha observado una alta presencia de gérmenes patógenos en elementos de uso diario, como juguetes y utensilios de alimentación por lo que algunos manuales recomiendan que sean de uso personal (Osterholm, 1994).

REFERENCIAS

- Ackerman, S. J., Duff, S. B., Dennehy, P. H., Mafilios, M. S. & Krilov, L. R. (2001). Economic impact of an infection control education program in a specialized preschool setting. *Pediatrics*, 108(6), e102–e102.
- Aiello, A. E. & Larson, E. L. (2002). What is the evidence for a causal link between hygiene and infections? *The Lancet Infectious Diseases*, 2(2), 103–110.
- Calderón-Jaimes, E., Casanova-Román, G., Galindo-Fraga, A., Gutiérrez-Escoto, P., Landa-Juárez, S., Moreno-Espinosa, S., ... Valdez-Vázquez, R. (2013). Diagnóstico y tratamiento de las infecciones en vías urinarias: un enfoque multidisciplinario para casos no complicados. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 70(1), 3–10.
- Ciria-Martin, A., Caravia-Bernardo, F., Álvarez-Castelló, M., Insua-Arregui, C., Osmin Tamargo-Barbeito, T. & Massip-Nicot, J. (2012). Factores de riesgo para infecciones respiratorias altas recurrentes en niños preescolares. *Revista Alergia de México*, 59(3).
- CONEVAL (2012). *Medición de La Pobreza*. 2012
- Ejemot-Nwadiaro, R. I., Ehiri, J. E., Meremikwu, M. M. & Critchley, J. A. (2008). Hand washing for preventing diarrhoea. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1).
- Ferrer, L. V., Pérez, M. P., Polanco, Y. C., Cantillo, V. C. & Sotomayor, Y. S. (2013). Portación nasal de *Staphylococcus aureus* en estudiantes de Bacteriología. *Salud Uninorte*, 29(2), 151–159.
- Fuentes P., Y., Martínez M., I., Sierra G., G., Izquierdo P., L., López P. O. & Valdés H., M. J. (2009). Colonización faríngea por bacterias potencialmente patógenas en niños sanos de una escuela primaria. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 61(1), 0.
- Jacinto, E., Aponte, E. & Arrunátegui-Correa, V. (2012). Prevalencia de parásitos intestinales en niños de diferentes niveles de educación del distrito de San Marcos, Ancash, Perú. *Revista Médica Herediana*, 23(4), 235–239.
- Llanos, M. J. G. (2016). Significance of anaemia in the different stages of life/Significado de la anemia en las diferentes etapas de la vida. *Enfermería Global*, 15(3), 419–430.
- Llugcha, R. & Reinaldo, J. (2018). *Factores sociales y culturales y su influencia en las infecciones respiratorias agudas en niños de 2 a 8 años del sector la Posa Del Cantón Ventanas-Los Ríos periodo mayo-octubre 2018* [Proyecto de Investigación-Licenciatura en Terapia Respiratoria]. Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4917/P-UTB-FCS-TERRE-000067.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Osterholm, M. T. (1994). Infectious disease in child day care: an overview. *Pediatrics*, 94(6), 987–990.
- Gobierno del Estado de México (2016) *Panorama Epidemiológico de las Enfermedades Diarreicas Agudas en menores de cinco años en el Estado de México*. http://salud.edomex.gob.mx/cevece/documentos/documentostec/documentos/PEpid_edas.pdf
- Pedraza, D. F., Araujo, E. M. N. de, Santos, G. L. D. dos, Chaves, L. R. M. & Lima, Z. N. (2018). Factores asociados a las concentraciones de hemoglobina en preescolares. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23, 3637–3647.
- Rodríguez, E., Mateos, B., González, J. C., Aguilar, Y. M., Alarcón, E., Mendoza, A. A., ... Bernal, R. R. (2008).

- Transición parasitaria a *Blastocystis hominis* en niños de la zona centro del estado de Guerrero, México. *Parasitología Latinoamericana*, 63(1-2-3-4), 20–28.
- Rodríguez, J. D. G. & Fernández, L. M. R. (2014). Infección de vías urinarias en la infancia. *Asoc Española Pediatría Prohibida*, 91–108.
 - Secretaría de Salud (2009). *Panorama epidemiológico de las infecciones de vías urinarias en México 2003-2008.; Primera parte: 51:1-4; Segunda parte: 52:1-3*. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica.
 - Soria B., N., Guilart D., M., Guerrero P., C. & Mariño, M. C. (2017). Isolation of the beta-hemolytic streptococcus in asymptomatic children. *MediSan*, 21(01), 43–51.
 - Soto-Estrada, G., Moreno-Altamirano, L. & Pahua Díaz, D. (2016). Panorama epidemiológico de México, principales causas de morbilidad y mortalidad. *Revista de La Facultad de Medicina (México)*, 59(6), 8–22.
 - Stein, R., Dogan, H. S., Hoebeke, P., Kočvara, R., Nijman, R. J. M., Radmayr, C. & Tekgül, S. (2015). Urinary tract infections in children: EAU/ESPU guidelines. *European Urology*, 67(3), 546–558.
 - Vásquez-Garibay, E. M., Romero-Velarde, E., Nápoles-Rodríguez, F., Nuño-Cosío, M. E., Trujillo-Contreras, F. & Sánchez-Mercado, O. (2002). Prevalencia de deficiencia de hierro y yodo, y parasitosis en niños de Arandas, Jalisco, México. *Salud Pública de México*, 44, 195–200.
 - Yadav, K. & Prakash, S. (2016). Study of Intestinal Parasitosis among School Children of Kathmandu Valley, Nepal. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 6(59), 40.

PANORAMA ACTUAL DE *Trypanosoma cruzi* EN OAXACA Y BÚSQUEDA DE NUEVAS MOLÉCULAS CON ACTIVIDAD ANTICHAGÁSICA

Adriana Moreno Rodríguez¹, Juan Luis Bautista Martínez ¹, José Antonio de Fuentes Vicente²,
Maribel Arroyo Carranza³ & Yobana Pérez Cervera¹

Enfermedad de chagas ó tripanosomiasis

La enfermedad de Chagas o denominada tripanosomiasis americana, es causada por el parásito protozoo *Trypanosoma cruzi*, mismo que es endémico de 21 países de América Latina, transmitida por heces de triatomos mencionado por la OMS hasta el 2019. De acuerdo con el Banco mundial, en el estado de Oaxaca las enfermedades se encuentran relacionadas con los niveles de pobreza en la que vive el 69% de su población de acuerdo con el reporte del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2018). Uno de los principales problemas de Salud en el Estado es la Enfermedad de Chagas que hasta la semana 31 del 2019 se tiene un estimado de 2 pacientes en fase aguda y 65 en crónica, con un acumulado de 20 en el 2018 para esta

¹ Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca, Facultad de Ciencias Químicas. Miembro del CA Investigación en Salud UABJO-CA-63 y Química, Salud y Desarrollo Regional (UABJO-CA-49), respectivamente.

² Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Instituto de Ciencias Biológicas.

³ Instituto de Química, Universidad Autónoma de Puebla.

última y 2 en fase aguda (SSA, 2019). La Organización Panamericana de la Salud estimó para el año 2019, que el agente causal de la enfermedad había causado en los países endémicos de las Américas, pertenecientes a las iniciativas subregionales para la prevención y control de la enfermedad, 7 694 500 de infectados, que se producen 41 200 casos nuevos anuales por transmisión vectorial y que existen 108 595 000 de personas en riesgo de infectarse en zonas endémicas. Además, se estima también que, en las Américas, existirían cerca de 2 millones de mujeres en edad reproductiva infectadas por *T. cruzi*, de las cuales entre 4 a 8% transmitirían la infección al feto por vía transplacentaria, y consecuentemente nacerían anualmente unos 15 000 niños con Chagas congénito. La mayoría de ellos asintomáticos o paucisintomáticos, lo que plantea un desafío de eficacia, eficiencia y oportunidad a los servicios de salud (Instituto Nacional de Salud de Colombia, 2012; Vidal-López et al., 2017).

En la República Mexicana, se han reportado 32 especies de tripanosomiasis americana, 19 pertenecen al género *Triatoma*, seis al género *Meccus*, dos al género *Panstrongylus* y una especie de los géneros *Belminus*, *Dipetalogaster*, *Eratyrus*, *Paratriatoma* y *Rhodnius*; existen 13 especies relacionadas con la vivienda; dos de hábitos intradomiciliados (*Triatoma barberi* y *Triatoma dimidiata*) y 11 peridomiciliadas, entre ellas *Meccus pallidipennis*. Actualmente, *Rhodnius prolixus* se considera eliminado (Hashimoto, 2012; Salazar, 2016). En Oaxaca se encuentran chinches pertenecientes al Complejo *phyllosoma* *M. phyllosoma*, *M. pallidipennis*, *M. picturata*, *M. longipennis*, y *M. Mazzotti*, *Triatoma dimidiata* y *Triatoma barberi* (Secretaría de Salud, 2015).

Dentro de los reservorios se tienen registrados perros, primates, armadillos, zarigüeyas, ratas y murciélagos infectados con *T. cruzi* y otros tipos de tripanosomas, que pueden jugar un papel importante en la conexión de los ciclos selváticos y domiciliarios del *T. cruzi*, así como también se ha encontrado en animales salvajes. La enfermedad de Chagas puede ser transmitida: I) de forma vectorial; II) por transfusión sanguínea o trasplante de órganos; III) verticalmente de la madre al feto dando lugar a la forma congénita; IV) como resultado de accidentes de laboratorio y, V) por vía oral a través del consumo de alimentos contaminados (Guhl, 2013; Brito-Hoyos, 2015).

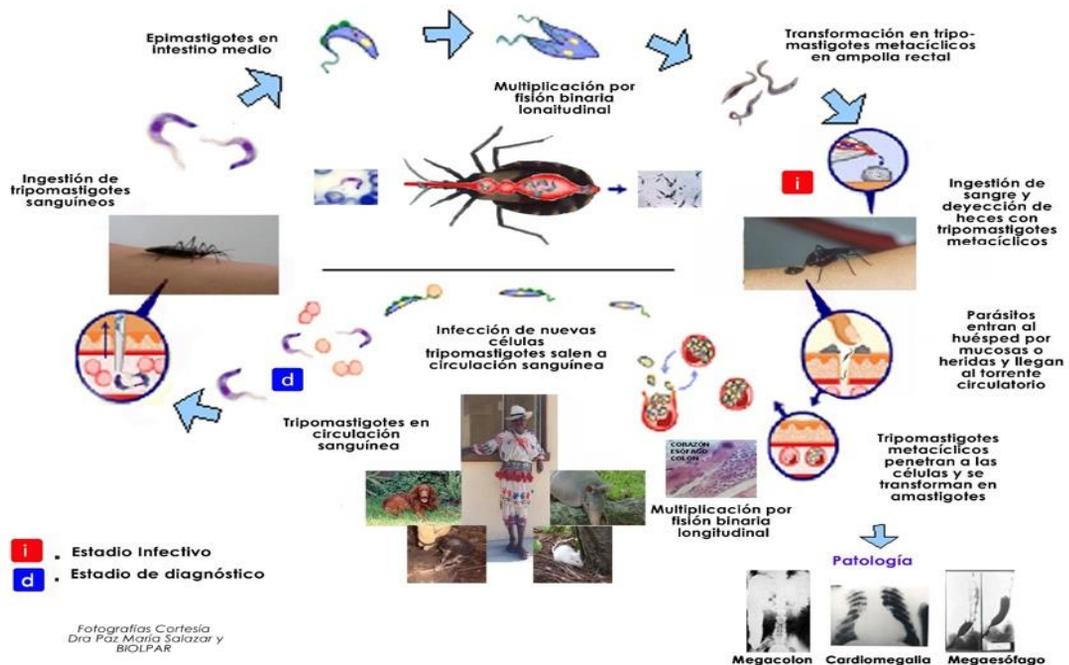
Morfología del parásito

Tripomastigote metacíclico es la forma que infecta al vector a partir del reservorio, tiene forma fusiforme y mide 12 a 30 μm , incluyendo el flagelo, presenta un gran núcleo central, con un cinetoplasto grande y de ubicación subterminal en el extremo posterior (Instituto Nacional de Salud Pública de Colombia, 2017). Amastigote intracelular, vegetativo, es redondeado u ovoide sin flagelo, mide 1.5- 4.0 μm . En él pueden apreciarse el núcleo y el cinetoplasto, que forman nidos titulares o pseudoquistes intracelulares (Pizarro et al., 2014).

Estadio humano

El triatomino se contamina cuando pica a un hombre o a un reservorio infectado con *T. cruzi*. El periodo que transcurre entre la ingestión de sangre contaminada con el parásito y la excreción de formas infectantes en heces oscila entre 10 a 20 días.

Figura 1.
Ciclo biológico de enfermedad de Chagas (Tomado de González López, 2008).



Los períodos de incubación son variables, dependiendo de la vía de transmisión, de las formas infectantes del parásito, de la cepa, del inóculo y de la condición inmune del paciente.

Manifestaciones clínicas

Fase aguda

En la mayoría de los casos el período agudo es asintomático, pero en las personas sintomáticas dura alrededor de 4 a 8 semanas e incluso se puede prolongar hasta los 4 meses. El periodo de incubación del parásito es variable y entre otros factores depende de la vía de transmisión. Si la penetración es por la conjuntiva ocular, se produce el llamado signo de Romaña, que se caracteriza por la aparición de edema bpalpebral unilateral, elástico e indoloro, acompañado de coloración rojo-violácea de los párpados, congestión conjuntival e inflamación de los ganglios linfáticos satélites preauriculares, generalmente, pero también pueden estar comprometidos los parotídeos o submaxilares; cuadro clínico que desaparece espontáneamente en dos o tres semanas. Si la penetración fue a través de la piel, aparece el denominado chagoma de inoculación, en cuyo caso se presenta como nódulo subcutáneo, redondeado, eritematoso duro e indoloro acompañado de adenopatías y fiebre (OMS, 2019).

Fase crónica

En la fase crónica se presentan las formas: indeterminada, cardiaca y digestiva; la primera después de la fase aguda y se puede presentar sin manifestaciones clínicas, puede durar de 10 a 20 años o prolongarse por el resto de la vida. La forma cardiaca de la fase crónica, la cardiomiopatía chagásica es la consecuencia clínica más importante de la infección por *T. cruzi* en nuestro país y se detecta clínicamente porque las personas presentan manifestaciones de disnea, sensación de palpitaciones, edemas, síncope, eventos cerebro-vasculares y paro cardiaco (Marchena, 2016). La forma digestiva, la destrucción de la inervación neurovegetativa entérica causada por la infección por *T. cruzi*, provoca disfunción del sistema digestivo. Las alteraciones son más frecuentes en el esófago y colon cursando con megaesófago y megacolon respectivamente.

Tiosemicarbazonas

Las tiosemicarbazonas y semicarbazonas, son compuestos químicos resultado de una reacción química entre tiosemicarbazida o semicarbazida con compuestos que contienen un grupo carbonilo como son las cetonas y aldehídos, estos productos desde su aparición y hasta nuestros días han mostrado una amplia gama de aplicaciones medicinales, como por ejemplo, sus efectos antibacterianos, antivirales, antifúngicos y antitumorales (Suvarapu, 2012).

Actividades biológicas de las tiosemicarbazonas

La actividad biológica de estos compuestos se conoce desde la década de 1940, Dogmak y colaboradores descubrieron la existencia de tiosemicarbazonas activas *in vitro* en contra de la bacteria causante de la tuberculosis y que posteriormente, se confirmaría en estudios *in vivo* (Dogmak, 1946). Por otra parte, a mediados del siglo pasado se encontró que la 5-nitro-2-furaldehído semicarbazona y la tiosemicarbazona análoga, presentaban actividad antibacteriana (Figura 2) y a partir de ese momento, se desarrollaron una línea de compuestos conocidos como nitrofuranos que ha producido varios fármacos disponibles en el mercado farmacéutico, como son la Nitrofurazona[®], la Furazolidona[®] y la Nitrofurantoina[®].

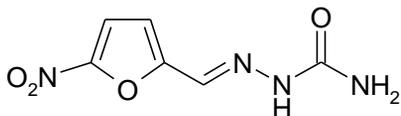
Por otra parte el compuesto 3-aminopiridina-2-carboxaldehído tiosemicarbazona (Triapina[®]), es utilizado como agente anticancerígeno y antitumoral. Estudios *in vivo* en ratones, demuestran que la Triapina[®] es activa contra la leucemia, el cáncer de pulmón y el de ovario. Además, se han llevado a cabo tratamientos en pacientes con cáncer avanzado, utilizando una combinación de Triapina[®] y Gemcitabina[®] (2',2'-difluoro-2'-deoxicitidina).

En lo referente a la actividad antiparasitaria, existen informes de aplicación de este tipo de compuestos y específicamente han sido probados exitosamente para el tratamiento de la Enfermedad de Chagas, un ejemplo reciente es el de los compuestos derivados de la 2-(feniltio)etiliden tiosemicarbazona (Oliveira, 2019), que han mostrado

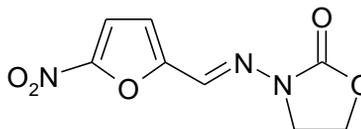
una mejora en actividad comparándose con los fármacos de referencia actualmente disponibles en el mercado Nifurtimox y Beznidazol.

Figura 2

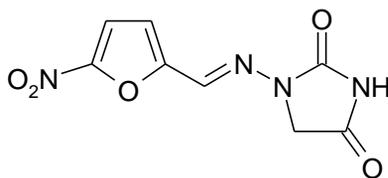
Estructuras químicas.



5-nitro-2-furaldehído semicarbazona
(Nitrofurazona)



3-{{{1E)-(5-nitro-2-furil)metileno}amino}-1,3-oxazolidin-2-ona
(Furazolidona)



1-{{{1E)-(5-nitro-2-furil)metileno}amino}imidazolidin-2,4-dióna
(Nitrofurantoina)

MÉTODO

Se trabajó con dos aislados de *Trypanosoma cruzi*, probados con cinco tiosemicarbazonas, en pacientes que hayan tenido contacto con la chinche o triatomino para búsqueda activa de la enfermedad.

Fase I. Síntesis de tiosemicarbazonas

En un matraz se hizo reaccionar el NaH con el tiol elegido (2 trifluorometil tiofenol, 4 tifluorometil tiofenol, 3 trifluorometil tiofenol, 2 nitro 4 trifluorometil tiofenol). Posteriormente se agregó el 5-Bromo-2-furaldehído y se dejó reaccionar hasta consumo de los reactivos. Una vez obtenido el aldehído puro, se colocó la tiosemicarbazida, se

calentó la mezcla hasta reacción total y posteriormente se evaporó el disolvente. Se pesó seco el producto, se tomó punto de fusión y se realizó análisis elemental. Para realizar las pruebas de solubilidad se depositaron 10 mg del compuesto problema en 500 mL del disolvente a utilizar (hexano, tolueno, benceno, tetracloruro de carbono, cloroformo, acetato de etilo, acetona, etanol, metanol, agua o DMSO), y se agitó observando si se presentaba disolución. La solubilidad de los compuestos se clasificó en tres grupos, soluble cuando se observó la completa disolución del compuesto en el solvente; poco soluble, cuando el compuesto se disolvió parcialmente en el solvente, e insoluble cuando no se observó disolución del compuesto.

Fase II. Ensayos biológicos con *Trypanosoma cruzi*

Se prepararon soluciones de cada uno de los compuestos a ensayar *in vitro* a concentraciones de 250 µg/mL en 200 µL, disolviendo cada uno de los compuestos en DMSO. Se realizó el recuento en cámara de Neubauer para el conteo de parásitos por mL. Se determinó mediante conteo en cámara de Neubauer la cantidad de parásitos que fueron lisados por las *tiosemicarbazona* y se calculó la DL50. Se buscaron pacientes potenciales en comunidades oaxaqueñas y obtención de heces de chinche besucona para búsqueda de tripomastigote metacíclico.

RESULTADOS

Se calculó la CL₅₀ de los compuestos sintetizados, así como de los testigos positivos en los dos aislados de *Trypanosoma cruzi* (Tabla 1) En el aislado A1 la menor CL₅₀ lo presentó el testigo Nifurtimox, entre los compuestos sintetizados, la menor CL₅₀ la presentó el compuesto TSCDs 4 con un valor de 5.10 µg/mL y el compuesto con la mayor CL₅₀ (17.78 µg/mL) fue TSCDs 2. Por otra parte, la CL₅₀ del compuesto TSCDs 4 sobre el aislado A2 fue de 3.37 µg/mL, esta concentración fue menor incluso que la de los testigos positivos (Nifurtimox: 8.5 µg/mL, Benznidazol; 6.5 µg/mL y violeta de genciana: 6.2 µg/mL). El compuesto sintetizado que presento la mayor CL₅₀ fue TSCDs 3 (29.51 µg /mL).

Tabla 1.

Concentración letal 50 (CL₅₀) en epimastigotes de Trypanosoma cruzi de los aislados (A1) y (A2), NIF= Nifurtimox, BENZ= Benznidazol, TSCDs 1 a 5= Tiosemicarbazonas.

Compuesto	CL ₅₀ (µg/mL)	
	A1	A2
NIF	1.24	8.50
BENZ	4.04	6.50
TSCDs 1	11.48	14.00
TSCDs 2	17.78	7.83
TSCDs 3	8.34	29.51
TSCDs 4	3.17	3.37
TSCDs 5	5.10	4.60

En el estado de Oaxaca, actualmente se ha realizado una búsqueda intencionada de casos en colaboración con diversas instituciones, en el trabajo de campo la Facultad de Ciencias Químicas de la UABJO ha participado activamente en comunidades que involucran el Istmo de Tehuantepec, la Cuenca del Papaloapan, Valles Centrales y Costa, donde existen casos particulares en los que la altitud de las comunidades e inclusive las condiciones de vivienda, no son las que hasta hoy día diversos autores han mencionado como espacios en los que se pueden alojar el vector (chinchas o triatominos), como es el caso de las casas de palma, madera, adobe y sin piso firme y materiales. Además, el tipo de vida ha cambiado a lugares con condiciones de higiene más puntualizado por los programas que se han implementado en el Estado para la mejora de las condiciones de vida. Se ha realizado la búsqueda intencionada de la chinche y se les preguntó a los pobladores si la han visto, les ha picado y si después de la picadura se rascaron y que hicieron con las chinchas. Algunas respuestas en los niños fueron: conocer al insecto, habérselo quitado de brazos u otra parte del cuerpo, han visto al insecto haberse alimentado de ellos en más de una ocasión y aproximadamente hace un mes, fue la última ocasión en la que la chinche tuvo contacto con la persona.

Por recomendaciones de los Servicios de Salud y diversos programas para erradicar a la presencia de la chinche, colocan corrales alrededor de las viviendas para evitar que accedan a sus domicilios los insectos, además de alejar a los animales de corral de los domicilios, separar camas y en la medida de lo posible repellar casas y hacerlas con materiales como ladrillo, colocar pisos firmes desfavoreciendo el hábitat para la proliferación de insectos.

En las últimas brigadas en las que se ha desplazado el equipo del Laboratorio de Investigación en diseños experimentales, epidemiológicos y clínicos de la Facultad de Ciencias Químicas de la UABJO, se ha tenido la oportunidad de recolectar triatominos para axenizar y realizar ensayos preliminares con moléculas sintetizadas por el Laboratorio 2 de la misma Facultad, además de realizar toma de muestra a 3 500 niños en el Estado de Oaxaca, con la finalidad de realizar un diagnóstico temprano para otorgar el tratamiento de forma oportuna y posteriormente obtener los epimastigotes mediante cultivo para determinar la CL_{50} con aislados endémicos, que de acuerdo a sus características de resistencia pudieran favorecer la eliminación del parásito en diversas fases de la enfermedad.

DISCUSIÓN

Caracterización de tiosemicarbazonas sintetizadas

El punto de fusión de los componentes fue diferente dependiendo del tiol utilizado para obtener el derivado de las tiosemicarbazonas.

Mediante métodos instrumentales se obtuvo la estructura, fórmula y peso molecular de los compuestos sintetizados. Las estructuras de los compuestos presentaron diferencias en la sustitución de los átomos de flúor en el anillo aromático.

El peso molecular de los compuestos fue muy similar debido a que las únicas diferencias en la composición fueron el número de átomos de flúor unidos al compuesto

aromático y la posición en la que se encontraban, excepto en el compuesto TSCDs 4, en el que además de los átomos de flúor, se encontró la presencia de un grupo nitro.

Determinación de la actividad anti-*Trypanosoma cruzi* de las tiosemicarbazonas sintetizadas

La actividad tripanocida de los compuestos fue evaluada en epimastigote de *T. cruzi*, es importante mencionar que estos solo se encuentran presentes en el intestino del vector y en los medios de cultivo como fase de división, por lo tanto, fue necesario realizar pruebas *in vivo* o en cultivo celular para determinar la acción tripanocida de este compuesto sobre los amastigotes y tripomastigotes metacíclicos.

El porcentaje de inhibición fue de 100% en todos los compuestos en concentración de 250 µg/mL y fue disminuyendo conforme las diluciones aumentaban. El compuesto TSCDs 4 fue el que presentó la concentración mínima inhibitoria más baja en ambos asilados (A1: 3.9 µg/mL; A2: 7.8 µg/mL), esta concentración en el aislado A1 fue similar a la del Nifurtimox y menor que la de Benznidazol; mientras que en el aislado A2 fue menor que la de ambos medicamentos.

El aislado A2, proviene de un vector que produce aislados virulentos de *Trypanosoma cruzi*, por lo tanto se esperaría que la concentración mínima inhibitoria de los compuestos fuera mayor, sin embargo en el caso del compuesto TSCDs 4, ésta fue menor incluso, que la de los dos medicamentos de elección, lo indicaría que el compuesto es una molécula que puede ser candidata para el tratamiento de la enfermedad de Chagas, pues aún a concentraciones bajas presenta actividad inhibitoria de *T. cruzi* (Salazar, 2010).

La CL₅₀ de los compuestos sintetizados fue menor en el aislado A1 que en A2, lo que está relacionado con lo mencionado anteriormente, pues si el aislado A2 es más virulento, se requiere de una mayor cantidad de compuesto para que se logre la muerte de 50% de la población de parásitos. El compuesto, TSCDs 4, mostró las menores CL₅₀ (A1: 3.17 µg/mL; A2: 3.37 µg/mL), similares a los tratamientos de elección en el aislado A1 e incluso menores en el aislado A2; esto sugiere que esta molécula puede ser estudiada con fines de tratamiento (Moreno, 2014).

Con los resultados obtenidos se pretende realizar un estudio comparativo con nuevos aislados humanos y provenientes de los triatóminos, para poder realizar una determinación de CL₅₀ en aislados regionales, generando nuevas alternativas terapéuticas.

REFERENCIAS

- Brito-Hoyos, D. (2015). *Generación e incorporación de productos de valor agregado a un servidor de mapas para el manejo epidemiológico de Chagas* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Córdoba.
- CONEVAL (2019) evaluación de la política de desarrollo social.
- Gerhard Domagk (1946). Further progress in chemotherapy of bacterial infections. *Nobel Lecture*, December 12.
- González López, L. (2008). Caracterización bioquímica de tres componentes glicoprotéicos de aislados mexicanos de *Trypanosoma cruzi*. (tesis maestría). Universidad Nacional Autónoma de México
- Guhl, F. (2013). Epidemiología molecular de *Trypanosoma cruzi*. *Rev Esp Salud Pública*, 87(1), 1-8.
- Instituto Nacional de Salud de Colombia (2012) *Guía protocolo para la vigilancia en la Salud Pública de Chagas*.
- Instituto Nacional de Salud Pública de Colombia (2017). *Guía para la Vigilancia por Laboratorio del Trypanosoma cruzi*.
- Marchena Yglesias, P.J. De Benito Cordón, L. P., García Mateos, D., Hervás Laguna, M. J. y Ruiz Climente M. (2016) Miocardiopatía chagásica: una causa de insuficiencia cardíaca de origen infeccioso. *An. Med. Interna* 23 (4)179-180.
- Moreno R. A. (2014). In vitro antiparasitic activity of new thiosemicarbazones in strains of *Trypanosoma cruzi*. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 87, 23-29
- Oliveira De, M., Oliveira, G, Pessoa de L., , Pontes, J. Barbosa, F., Oliveirade, P., Alves, V., Accioly , M., Salgado, R., Silva F., Rodrigues, F., Santana,C., Magalhães, D. Pereira, M. & Lima, A. (2019). 2-(phenylthio)ethylidene derivatives as anti-*Trypanosoma cruzi* compounds: Structural design, synthesis and antiparasitic activity. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 180, 191-203.
- OMS (2019) *La enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana)*
- Pizarro, J., Cruz, M. & Pereira, N. (2014) *Bioquímica T – I Hnadbook*. ECOFAR
- Salazar-Schettino, P., Bucio-Torres, M., Cabrera-Bravo, M., Alba-Alvarado, M., Castillo-Saldaña, D., Zenteno-Galindo, E., Rojo-Medina, J., Fernández-Santose, N. & Perera-Salazar, M. (2016). Enfermedad de Chagas en México. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 59(3) 6-16.
- Secretaría de Salud (2015) *Manual de Diagnóstico y Tratamiento de la Enfermedad de Chagas*.
- Secretaría de Salud (2019 Agosto 3) *Boletín epidemiológico, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Sistema único de Información*.
- Suvarapu L. (2012). A critical review on analytical and biological applications of Thio- and Phenylthiosemicarbazones. *Asian journal of Chemistry*, 24(5) 1889-1898.
- Vidal-López, D., Díaz-Gómez, J., Schlie-Guzmán, M., Gutiérrez-Jiménez, J., Flores-Villegas, A., Moreno-Rodríguez, A. & Fuentes-Vicente A. (2017) Some effects of acute and chronic infection with Chagas disease in pregnant Wistar (Rodentia; Muridae) rats. *Revista cubana de Medicina Tropical*, 69(2), 1-10.

ADHERENCIA AL TRATAMIENTO CON PLANTAS MEDICINALES EN PACIENTES CON ENFERMEDADES CRÓNICO-DEGENERATIVAS EN LA CAPITAL DE OAXACA, MÉXICO

Arturo Zapién Martínez¹, Leobardo Reyes Velasco¹, Gabriel Sánchez Cruz¹
& José Ángel Cueva Villanueva¹

El término adherencia, es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como “el grado en que la conducta de un paciente, en relación con la toma de medicación, el seguimiento de una dieta o la modificación en los hábitos de vida, se ajusta a las recomendaciones acordadas con el profesional sanitario” (Cordier & Cottin, 2015), es decir, es el proceso mediante el cual los pacientes cumplen exactamente el tratamiento prescrito por el médico (Honorato, 2015). La falta de adherencia es un problema de salud pública a nivel mundial, particularmente en las enfermedades crónicas.

El objetivo del presente documento, fue describir la adherencia y efecto de guapinol (*Hymenaea courbaril*) y guarumbo (*Cecropia obtusifolia Bertol*) en el tratamiento de diabetes mellitus tipo 2 y artrosis muscular, como parte del servicio de vinculación con la sociedad que cuenta la Facultad de Ciencias Químicas de la UABJO.

¹ Profesores Investigadores de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Miembros del CA Química y Salud Ambiental (UABJO-CA-71).

Antecedentes de la diabetes mellitus y artrosis muscular

La diabetes mellitus (DM), es una enfermedad conocida por las civilizaciones antiguas. En el año 600 a. C. el médico hindú Susruta describió la “enfermedad de la orina dulce” de dos tipos diferentes, una asociada con emaciación (adelgazamiento pronunciado) y otra con obesidad. El último grupo había sido relacionado con glotonería e inactividad. El médico griego Aretaeus, en el año 130 d. C, se refirió a la “fundición de la carne hacia la orina”, que implica consunción muscular (debilitamiento y pérdida de masa muscular progresiva) y poliuria. En 1889, Minkowsky y von Mering demostraron que la extirpación del páncreas producía diabetes. El descubrimiento de la insulina, por Banting y Best en 1921, fue el avance más significativo acerca de la diabetes y su tratamiento (Smith y Reynard, 1997). La diabetes mellitus es un trastorno metabólico crónico caracterizado por una elevada concentración de glucosa sanguínea-hiperglucemia (glucemia en ayunas > 7.0 mmol/L o glucemia > 10 mmol/L, dos horas después de una comida) debido a la deficiencia y/o resistencia a la insulina. La hiperglucemia se produce debido a la salida incontrolada de glucosa hepática y a la disminución de la captación de glucosa por parte del músculo esquelético, con una reducción de la síntesis de glucógeno. Cuando se supera el umbral renal para la reabsorción de glucosa, ésta pasa a la orina (glucosuria) y produce una diuresis osmótica (poliuria) que, a su vez, produce deshidratación, sed y aumento de la ingesta de líquidos (polidipsia). La deficiencia de insulina produce desgaste muscular debido al aumento de la destrucción y a la disminución de la síntesis de proteínas (Rang, 2000).

Desde el año 2000, la DM en México es la primera causa de muerte entre las mujeres y la segunda entre los hombres. En 2010, esta enfermedad causó cerca de 83 000 muertes en el país (Rojas et al., 2018). Dicha enfermedad se clasifica en dos tipos: 1 y 2. La DM tipo 1 es de mediación inmunitaria en más de 90% de los casos e idiopática en menos de 10%. La velocidad de destrucción de las células β pancreáticas es bastante variable, ya que es muy rápida en algunos individuos y más lenta en otros. Se relaciona generalmente con cetosis en los casos sin tratamiento. Se presenta con mayor frecuencia en personas jóvenes, con la frecuencia más alta en el grupo de edad de 10 a 14 años, aunque a veces se produce en adultos; en especial no obesos y en las personas que tienen edad avanzada cuando aparece por primera vez la hiperglucemia.

La DM tipo 2 constituye un grupo heterogéneo que incluye a las variantes leves de la diabetes que se presentan de manera predominante en los adultos y en ocasiones en los jóvenes. La insulina endógena circulante es suficiente para evitar la cetoacidosis, pero inadecuada para evitar la hiperglucemia frente al incremento de las necesidades debido a la insensibilidad tisular. En la mayor parte de los casos de este tipo de diabetes se desconoce la causa. La insensibilidad tisular a la insulina se observa en la mayoría de los pacientes tipo 2, cualquiera que sea su masa corporal y se ha atribuido a diversos factores interrelacionados. Éstos incluyen un presunto factor genético, el cual se agrava con el tiempo por reforzadores de la resistencia a la insulina como el envejecimiento, una vida sedentaria y la obesidad abdominal-visceral (Tierney, 2006). Este tipo, es la primera causa de discapacidad visual, amputaciones no traumáticas y enfermedad renal crónica. Además, es la segunda causa de los decesos en el Estado de Oaxaca; en primer lugar, se encuentran las enfermedades del corazón y los tumores malignos ocupan el tercer lugar.

Por otra parte, la artrosis muscular es un proceso de inflamación que ocurre luego del daño a un tejido. Se caracteriza por presentar movimiento de fluido, proteínas plasmáticas y leucocitos a los tejidos en respuesta al daño, invasión microbiana o antígena. El propósito de esta respuesta es la de contener o destruir el daño patógeno y retirar del tejido los desechos que resultaron de la respuesta inflamatoria. La inflamación se caracteriza por la presencia de calor, rubor, edema, dolor y pérdida de la función celular. Todos estos signos ocurren como consecuencia directa de cambios en la permeabilidad vascular que permite el escape de electrólitos, macromoléculas y células desde los vasos sanguíneos al espacio extravascular. Las fases de la inflamación se han definido como aguda, crónicas y de resolución. En la inflamación aguda, los vasos sanguíneos se dilatan, razón por la cual se presenta calor y rubor en el área, el edema es producido por el escape de fluidos y células al tejido extravascular. El dolor y la pérdida de funciones que acompaña a la inflamación se debe a la presión ejercida en las terminales nerviosas por la acumulación de líquido extravascular y a la liberación de mediadores químicos. Los mecanismos de las reacciones inflamatorias agudas y crónicas son complejos, varían de un tejido a otro y dependen del agente etiológico. Los mecanismos comunes incluyen los estímulos quimiotácticos, la fagocitosis y la liberación de enzimas lisosomales, así como la activación de las vías de coagulación, fibrinolíticas, de las quininas y del complemento (Bertram, 2001).

Alternativas vegetales para el tratamiento de diabetes y artrosis

Para tratar las enfermedades antes descritas, existen diversos medicamentos que desafortunadamente, representan un riesgo para la salud, debido a los efectos secundarios que pueden provocar. Alternativas a dichos fármacos, existen plantas medicinales que deben ser evaluadas, entre ellas destaca el guapinol (*Hymenaea courbaril*) y el guarumbo (*Cecropia obtusifolia*) para la diabetes y artrosis muscular, respectivamente.

El guapinol o copinol, es un árbol nativo de América tropical, originario de México y las Antillas. Se extiende desde el centro de México hasta Perú, Bolivia, Brasil y la Guyana Francesa y a lo largo de las Antillas desde Cuba y Jamaica a Trinidad y Tobago. Se presenta en la vertiente del Golfo en el sur de Veracruz, Tabasco, norte y depresión central de Chiapas y Campeche. Es más abundante en la vertiente del pacífico, desde Nayarit hasta Chiapas. Es una leguminosa que pertenece a la subfamilia de las Caesalpinioideae. Sus flores blancas forman panículos densos de 10-15 cm de ancho y de 10-15 cm de largo. Fue registrado por primera vez en Brasil en 1930, la corteza fue descrita por el Dr. Monteiro Silva como carminativo y astringente, recomendándolo para hematuria, diarrea, disentería, fatiga general, dispepsia, constipación y hemoptisis. La resina fue utilizada para todo tipo de problemas respiratorios altos y cardiopulmonares. En Panamá, la fruta del guapinol es usada para tratar úlceras de boca, las hojas y la madera son usadas para la diabetes. En los Estados Unidos es usado como tónico energético natural, para problemas respiratorios como el asma, laringitis y bronquitis, en forma de ducha vaginal para infecciones por levadura y como descongestionante. También es usado en el tratamiento de hemorragias, bursitis, infecciones de vejiga, artritis, prostatitis y se aplica tópicamente para hongos de piel y uñas (Taylor, 2002).

Por su parte, el guarumbo es conocido con diversos nombres dependiendo de la zona geográfica de la República Mexicana donde habita, tales como chancarro (Veracruz y Oaxaca); guarina (Tabasco y Chipas); kooché (Yucatán); hormiguillo (Puebla); kooche (Yucatán); sarumo (Michoacan); yava o yaga-gacho (región zapoteca de Oaxaca) y trompeta o trompetilla (San Luis Potosí), entre otros (CONABIO, s.f.).

MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo en la Facultad de Ciencias Químicas de la UABJO, durante seis meses en el año 2005 y 2006 para describir la adherencia al tratamiento y la actividad terapéutica de *Hymenaea courbaril* y *Ceropia obtusifolia Bertol* en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 y pacientes con artrosis muscular respectivamente. A través del servicio de vinculación con la sociedad que cuenta la Facultad de Ciencias Químicas de la UABJO, se captaron a 20 pacientes con DM tipo 2 y 24 con artrosis muscular en el Módulo de Detección de Enfermedades Crónico-degenerativas y en el Grupo de Ayuda Mutua del Centro de Salud Urbano No. 1 de la capital de Oaxaca.

Los diabéticos fueron distribuidos al azar en dos grupos de 10 individuos, a quienes se les administró una tintura² y un vino³ preparado a partir de corteza de guapinol. La dosis para la tintura fue de 30 gotas y para el vino de 3 mL, disueltos en medio vaso con agua, tres veces al día y antes de los alimentos principales del día. Antes de iniciar el estudio, a cada paciente se le realizó una biometría hemática, examen general de orina y glucosa en ayunas, que fueron evaluados por un médico general, quien valoró el estado de salud general y autorizó su inclusión al estudio para recibir los diversos tratamientos. Los pacientes que recibieron el tratamiento con guapinol (vino y tintura), a los tres y seis meses de iniciado el tratamiento, se les determinó la hemoglobina glicosilada para identificar su eficacia.

Respecto a los pacientes con artrosis muscular, se incluyeron a individuos mayores a 50 años indistintamente del sexo y con manifestaciones clínicas de dolor articular (moderado, agudo o grave) mayor a seis meses y que no hubieran recibido tratamiento farmacológico un mes antes del inicio del presente estudio. A cada individuo se le capacitó para que se aplicará inicialmente una pomada con extracto de guarumbo al 1% por dos meses, posteriormente otra pomada al 2.5% y finalmente otra al 5%⁴, por el mismo tiempo

² Una muestra triturada de 500 g se extrajo con 1500 mL de una mezcla etanol-agua 2:1 durante un mes, posteriormente se filtró usando una manta y se envasó en frascos goteros de 15 mL.

³ Una muestra triturada de 500 g se extrajo con 2 000 mL de vino tinto durante un mes, posteriormente se filtró con una manta y se envasó en goteros de 120 mL.

⁴ El extracto de guarumbo se obtuvo de hojas colectada en la región del istmo de Tehuantepec, las cuales se secaron por 15 días a la sombra y temperatura ambiente. Se trituraron y se dejaron en reposo por 15 días en etanol al 96%, posteriormente se filtró y la fase líquida se destiló al vacío para evaporar el

y con un periodo de descanso de una semana entre cada una de las pomadas. A los pacientes antes y después del tratamiento, se les evaluó el grado de dolor y la inflamación del área afectada con base a puntajes obtenidos mediante la escala de Mayo Clinic⁵ a través del cuestionario WOMAC (López *et al.*, 2009), además de documentar el área afectada con fotografías, principalmente a aquellos que presentaban inflamación crónica. Para determinar la adherencia al tratamiento, se observaron las conductas de los individuos durante el estudio. Para el análisis de la información, se realizaron pruebas de t de Student y ANOVA para muestras relacionadas, o bien, Wilcoxon y Friedman, según normalidad de los datos, dichas pruebas se realizaron con el número de individuos que terminaron cada uno de los tratamientos. Para analizar la adherencia y los beneficios percibidos por parte de los pacientes en la remisión de los niveles de glucosa y dolor/inflamación, se realizó el análisis por categorías de respuestas cualitativas. Ambos grupos recibieron como apoyo, el tratamiento gratuito y seguimiento durante todo el tiempo que se llevó a cabo el estudio. Todos los individuos fueron informados del objetivo del estudio, además de que aceptaron participar de manera voluntaria y firmaron una hoja de consentimiento y aprobación de las indicaciones que deberían seguir durante el tratamiento.

RESULTADOS

A los 3 meses de iniciado el tratamiento para el control de diabetes, no se observaron diferencias significativas en la disminución de glucosa por efecto del tratamiento con vino ($p=0.147$) ni en el tratamiento con tintura ($p=0.747$) a partir de guapinol (*Hymenaea courbaril*) (figuras 1 y 2, respectivamente). Solamente dos pacientes con el tratamiento con vino aprobaron la determinación de hemoglobina glucosilada al finalizar su terapia, reduciendo sus niveles de 11.6 a 8.2 mg/dL, mientras que para el tratamiento con tintura solamente aceptó una persona, observándose una reducción de 12.0 a 7.9 mg/dL.

disolvente a una temperatura no mayor de 50°C. La pomada se preparó empleando como vehículo vaselina sólida blanca y adicionando extracto concentrado para tener presentaciones farmacológicas al 1.0, 2.5 y 5.0%, respectivamente.

⁵ La escala para extremidades inferiores se basa en un máximo de 80 puntos (sin dolor, buena función, movilidad y poder muscular) repartidos en dolor (40 puntos), función (20 puntos), movilidad y poder muscular (20 puntos). Para evaluar las extremidades superiores se utilizó una escala con un máximo de 70 puntos (sin dolor, buena función, poder muscular y movilidad) que fueron repartidos en: dolor (50 puntos) y función (20 puntos). Personas que presentaban puntajes mayores a 70 puntos para extremidades inferiores y con puntajes mayores a 66 puntos para las extremidades superiores, fueron excluidos del estudio.

Figura 1.

Glicemia capilar inicial y final en los pacientes que recibieron el tratamiento con vino a partir de guapinol (*Hymenaea courbaril*) (n=10).

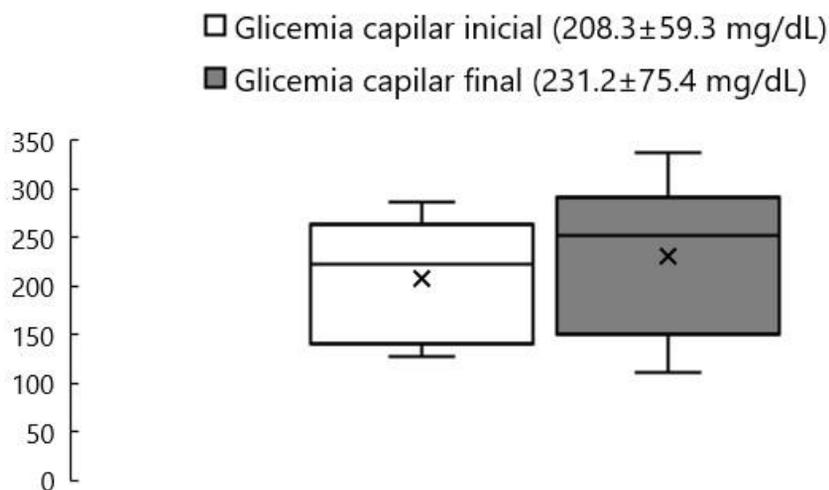
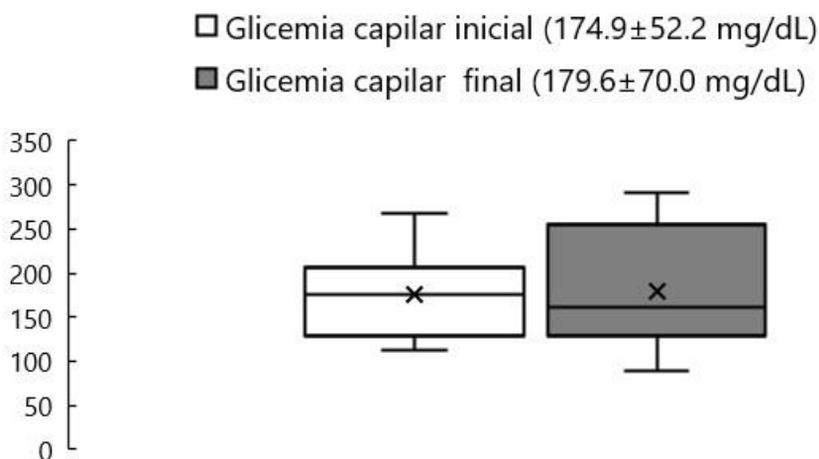


Figura 2.

Glicemia capilar inicial y final de los pacientes que recibieron el tratamiento con tintura a partir de guapinol (*Hymenaea courbaril*) (n=10).



A los 6 meses de iniciado el tratamiento para el control de la artrosis, se observaron diferencias significativas en la disminución del dolor por efecto del tratamiento con guarumbo (*Cecropia obtusifolia*) al 5% ($p=0.009$) (figuras 3 y 4), cabe señalar que

solamente cuatro personas aprobaron la aplicación del cuestionario WOMAC hasta el final del estudio. El 50% de los pacientes presentaron dolor en rodillas, el 25% en manos y el 12.5% en cadera y pies, respectivamente, con un promedio de 2.4 ± 1.8 años de padecer el dolor.

Figura 3.

Grado de dolor e inflamación antes y después de la aplicación de los diferentes tratamientos (n=4).

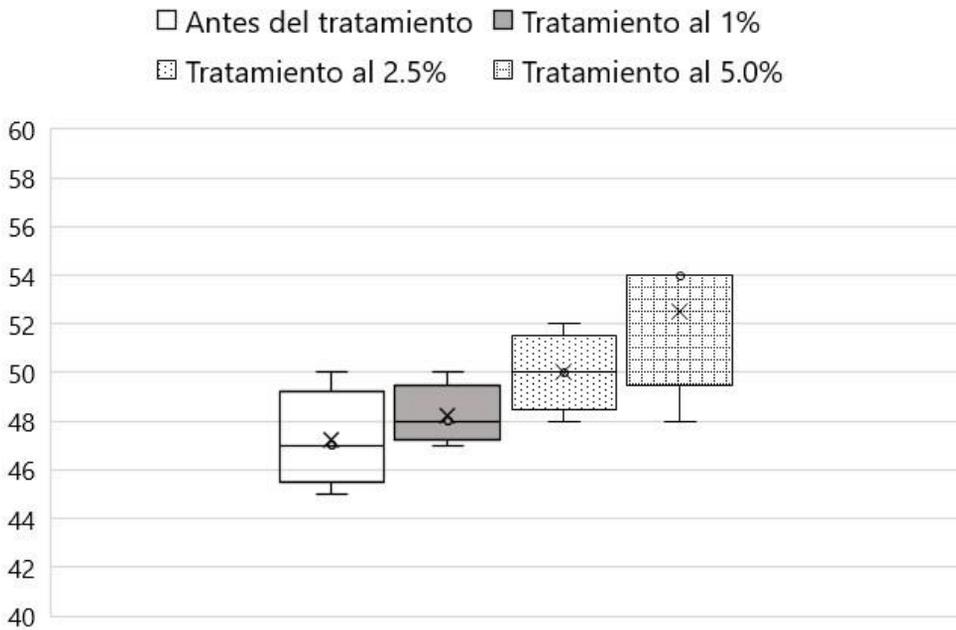


Figura 4.

Aspecto de la inflamación en pacientes con artrosis en pies y manos.

Antes del tratamiento



Despues del tratamiento



Los pacientes que sí terminaron los tratamientos evaluados manifestaron sentirse mejor. Respecto al tratamiento con guapinol, se redujeron los niveles de hemoglobina glucosilada; mientras que, con el tratamiento con guarumbo, se redujeron los niveles de dolor e inflamación. Lamentablemente, se observó una notoria deserción y falta de adherencia a los dos tratamientos evaluados con guapinol (60%). De igual manera, se observó una deserción y falta de adherencia del 66.7% de los pacientes con el tratamiento con guarumbo. Entre las conductas identificadas, de manera general se encuentra la falta de tiempo por parte de los pacientes para acudir a su valoración, así como la apatía para atender su enfermedad y adherirse al tratamiento. De manera particular, en los pacientes diabéticos se observó que, para quedar bien con el médico y con el estudio, mentían al indicar los alimentos que ingerían de manera cotidiana, la realización de ejercicio y el

estado anímico en que se encontraban, ya que durante pláticas informales se identificó que consumían alimentos ricos en carbohidratos, no realizaban ejercicio y presentaban diversas infecciones que alteraba su estado anímico. Respecto a los pacientes con problemas de inflamación, se observó que varios sujetos no hacían uso de la pomada por desconfianza.

DISCUSIÓN

A pesar de no obtener datos de todos los pacientes, dada la falta de adherencia y deserción observada en el presente estudio, la actividad terapéutica de *Cecropia obtusifolia Bertol* (guarumbo) como desinflamatorio es congruente con lo reportado por (Waizel et al, 2017), quienes mencionan sus propiedades antiinflamatorias y antirreumáticas. Para la *Hymenaea courbaril* (guapinol), es necesario continuar con otros estudios para evaluar sus efectos hipoglucemiantes, a pesar de que han sido reportados dichos efectos en la medicina tradicional en Tabasco, México (Villarreal-Ibarra et al., 2015).

Respecto a la adherencia al tratamiento para la diabetes, fue similar a lo reportado por Ramos et al. (2017), mientras que para el tratamiento para dolor/inflamación, fue superior al reportado por Chaparro et al. (2013) que fue del 50%. La no adherencia al tratamiento se clasifica en primaria y secundaria, la primera se presenta cuando el paciente no sigue la prescripción inicial, mientras que la segunda, cuando el paciente interrumpe el tratamiento (Harnett et al., 2016), para el presente estudio se observó la segunda. La principal dimensión en la que se identificaron los factores relacionados con la adherencia fueron los relacionados con el paciente, ya que el tratamiento fue gratuito (factor socioeconómico), el personal de salud estaba calificado y contaba con conocimientos sobre el uso de las plantas medicinales (factor sistema de salud y factor tratamiento), así como se consideraron las comorbilidades de los pacientes a través de los estudios de laboratorio (factor comorbilidades), lo anterior con base en la clasificación de la OMS (Sabaté, 2001).

Entre los factores identificados, se encuentran la desconfianza hacia la efectividad de los tratamientos, que coincide con la percepción de ineffectividad de la medicación reportado por Rincón *et al.* (2018). No considerar y restarle importancia a una adecuada

dieta y hábitos de ejercicio, impiden que el paciente logre mejorar su estado de salud, similar a lo reportado por Troncoso et al. (2013) y Terechenko et al. (2015). Además de lo anterior, la falta de adherencia impidió evaluar de manera más satisfactoria los tratamientos propuestos, coincidiendo con lo reportado por Harnett et al. (2016).

Por lo anterior, es necesario implementar intervenciones principalmente de tipo educativas, para que el paciente tenga mayor conocimiento acerca de su enfermedad y perciba la importancia de su tratamiento, con el fin de mejorar la adherencia al mismo. Tal como lo señalan Ruíz et al.(2016), un paciente bien educado y enterado de su situación de salud, genera un impacto positivo en la eficacia del tratamiento y como consecuencia, en su estado de salud y calidad de vida. Al respecto existen una diversidad de estrategias educativas, conductuales, apoyo familiar, de atención a enfermedades agudas o crónicas, dirigidas el personal de salud y farmacéutico, entre otras (Dilla et al., 2009). Para el presente estudio, se recomienda aquellas relacionadas con la educación y las conductas, para que los pacientes comprendan el nivel de gravedad de su enfermedad y las consecuencias de la falta de adherencia hacia su tratamiento.

CONCLUSIONES

Los tratamientos evaluados de guapinol y guarumbo tienen potencialidad para ser utilizados como hipoglucemiante y antiinflamatorio. Los pacientes que sí terminaron los tratamientos, manifestaron sentirse mejor y disminuyeron los niveles de hemoglobina glucosilada y dolor/inflamación con los tratamientos de guapinol y guarumbo, respectivamente. La deserción y falta de adherencia entre los sujetos estudiados, fue muy alta (>60%). Las conductas identificadas que se relacionan con lo anterior fueron la falta de atención y apatía para atender su enfermedad, así como la desconfianza a los tratamientos con plantas medicinales evaluados. A pesar de los obstáculos identificados, es necesario continuar con la atención a la población a través del proceso de vinculación comunitaria que realiza la Facultad de Ciencias Químicas, con la intención de mejorar la calidad de vida de las personas con problemas de diabetes mellitus y artrosis muscular.

REFERENCIAS

- Bertram M.D, G. K. (2001). *Farmacología básica y clínica*. Manual Moderno.
- Chaparro, M.R., Rillo, O.L., Benegas, M., Correa, M.A., Citera, G., Maldonado, C.J.A., Casado, G., Caputo, V., Helling, C., Tamborenea, M.N., Mysler, E., Tate, G., Takashima, L., Secco, A., Salcedo, M., Baños, A., Cowan, P., Molina, J., Cavillon, E., Exeni, I., Gobbi, C., Scublinsky, D. & Díaz M. (2013) Adherencia al tratamiento de pacientes con artritis reumatoidea que reciben medicamentos biológicos. *Rev Arg Reumatol*, 24(4),18-26
- CONABIO (s.f.). *Cecropia obtusifolia*. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/49-morac3m.pdf
- Cordier, J.F., Cottin, V. (2015) *Orphan lung diseases from definition to organisation of care*. In: V. Cottin, J. F. Cordier, & L. Richeldi (Eds). *Orphan lung diseases: a clinical guide to rare lung disease* (pp. 1-3). Springer-Verlag 2015.
- Dilla T., Valladares A., Lizán L. & Sacristán J.A. (2009) Adherencia y persistencia terapéutica: causas, consecuencias y estrategias de mejora. *Aten Primaria*, 41(6), 342–348.
- Harnett, J., Wiederkehr, D., Gerber, R., Gruben, D., Bourret, J. & Koenig, A. (2016) Primary nonadherence, associated clinical outcomes, and health care resource use among patients with rheumatoid arthritis prescribed treatment with injectable biologic disease-modifying antirheumatic drugs. *J Manag Care Spec Pharm*. 22,209–18.
- Honorato, P. J. (2015) Adherencia al tratamiento farmacológico. *Medicina respiratoria*, 8 (1): 47-52.
- López, A.S., Martínez, S.C., Romero, C.A., Navarro, C.F. & González R. J (2009) Propiedades métricas del cuestionario WOMAC y de una versión reducida para medir la sintomatología y la discapacidad física. *Aten Primaria*, 41(11), 613-620
- Ramos, R.Y., Morejón, S.R., Gómez, V.M., Reina S.M.E., Rangel, D.C., Cabrera, M.Y. (2017) Adherencia terapéutica en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Revista Finlay*, 7(2), 89-98.
- Rang, M. D. (2000). *Farmacología*. Harcourt España.
- Rincón, R.J.R., Jaimes, F.D.A., García, C.J.C., Beltrán, A., Téllez, A., Fernández-Ávila ,D.G. & Mora K.C. (2018) Métodos para la medición de la adherencia a medicamentos modificadores de la enfermedad orales en artritis reumatoide y factores asociados con baja adherencia farmacológica. *Rev Colom Reumatol*, 25(4), 261-270.
- Rojas, M.R., Basto, A.A., Aguilar, S.C., Zárate, R.E., Villalpando, S. & Barrientod, G.S. (2018) Prevalencia de diabetes por diagnóstico médico previo en México. *Salud Pública Mex*. 60, 224-232
- Ruiz, M.C., Parada, P.A.M., Urrego, V.A. & Gallego G.D. (2016) Adherencia al tratamiento en artritis reumatoide: condición indispensable para el control de la enfermedad. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 32(3), 1-13.
- Sabaté E. (2001) Adherence to Long-term Therapies: Policy for Action World Health Organization. Meeting report, 4-5 June 2001. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66984/WHO_MNC_CCH_01.02.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Smith, M. & Reynard, M. A. (1997). *Farmacología*. Panamericana.
- Taylor, L. (2002). *Herbal secrets of the rainforest*. Sage press.
- Terechenko L., N.S, Baute G., A.E. & Zamonsky A, J.N. (2015) Adherencia al tratamiento en pacientes con Diagnóstico de Diabetes Mellitus Tipo II. *Biomedicina*, 10(1),20-33.
- Tierney L.M., Mcphee, J. S. & Papadakis M.A, (2006). *Diagnóstico clínico y tratamiento*. Manual Moderno.
- Troncoso, P.C., Delgado, S.D. & Rubilar V.C. (2013) Adherencia al tratamiento en pacientes con Diabetes tipo 2. *Rev Costarr Salud Pública*, 22, 9-13.
- Villarreal-Ibarra, E.C., Lagunes E.,L.C., López, P.A., García-López, E., Palma L., D.J. Ortiz-García, C.F. & Oranday C., M.A. (2015) Evaluación etnofarmacológica de plantas con propiedades hipoglucémicas usadas en la medicina tradicional del sureste de México. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 14(2), 99-112.
- Waizel-Bucay, J., Waizel-Haiat, S. & Revilla-Peñaloza, F. (2017) Los productos herbolarios, la coagulación sanguínea y la cirugía otorrinolaringológica. *An Orl Mex* 62(2),15-142.

DOSIFICACIÓN DE MEDICAMENTOS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS DE OAXACA

Leobardo Reyes Velasco¹ Asela Garnica Sánchez² & Gabriel Sánchez Cruz¹

La vida del ser humano se divide comúnmente en varias etapas, las cuales contemplan el desarrollo individual y social relacionados directamente con el entorno, para los propósitos de este artículo, las diferentes etapas se definen de la siguiente manera: neonato (hasta dos meses después del útero), lactante (entre las edades de dos meses y un año), niño (entre un año y 12 años de edad), adolescente (entre las edades de 12 y 20 años), adulto (entre 20 y 70 años) y anciano (mayor de 70 años). Sin embargo, se reconoce que esta estratificación de la vida humana es arbitraria. La vida es un proceso continuo con la distinción entre un período y el siguiente, a menudo mal definidos. También se reconoce que la edad cronológica no necesariamente define la edad funcional, y en consecuencia las declaraciones hechas en el capítulo pertenecen a la persona promedio dentro del rango de edad después que al individuo (Rowland y Tozer, 1994).

¹ Profesores Investigadores de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Miembros del CA Química y Salud Ambiental (UABJO-CA-71).

² Profesor de asignatura de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.

Los primeros años de vida son un período de desarrollo y crecimiento, y este proceso se acompaña de diferencias importantes en la biodisponibilidad de fármacos, sensibilidad de los diferentes órganos diana o de los receptores específicos a los medicamentos, por lo que se necesitan pautas de tratamiento muy distintas a las utilizadas en el adulto. Si a esto sumamos que los niños, por razones éticas, participan muy limitadamente y son excluidos generalmente de los estudios clínicos que prueban la farmacocinética, seguridad y eficacia de un fármaco, estamos obligados a utilizar los medicamentos atendiendo a criterios muy conservadores en esta población. Por tanto, resulta necesaria una especial precaución a la hora de prescribir un tratamiento farmacológico a un niño enfermo, sobre todo si son tratamientos prolongados, capaces de afectar al proceso de maduración y crecimiento, o cuando se utilicen fármacos nuevos (Cruz-Barrios, 2002).

Tipos de dosificación pediátrica y cumplimiento

El modo en que se fabrica un fármaco y la manera en que los padres lo administran al niño determinan la dosis real administrada. Muchos medicamentos preparados para niños se encuentran en presentación de jarabes o suspensiones. Los jarabes son soluciones alcohólicas en las cuales las moléculas del fármaco se disuelven y se distribuyen de manera homogénea. No se requiere agitarlos y debemos tomar en cuenta que la primera dosis y la última deben contener cantidades equivalentes del fármaco, a menos que se haya evaporado alguna parte de ello.

Las suspensiones contienen partículas insolubles del medicamento que deben distribuirse a través del vehículo mediante la agitación. Si no se agita cada vez que se administra la dosis, las primeras dosis contendrán menos fármaco que las últimas dosis, con el resultado de que pueden obtenerse concentraciones plasmáticas menores a las esperadas o menor efecto del medicamento al principio del tratamiento, lo cual puede ser causa de presentar toxicidad al final del tratamiento cuando no se esperaba. Esta distribución no homogénea es una causa frecuente de ineficacia o toxicidad en las suspensiones de fenitoína que toman los niños, por lo tanto, es esencial que quien prescribe conozca la presentación del fármaco que se comprará, y debe proporcionar las instrucciones apropiadas al paciente o a sus padres.

El cumplimiento del tratamiento puede ser más difícil de lograr en la práctica pediátrica que cualquier otro, ya que no sólo implica el esfuerzo consciente del paciente para seguir las indicaciones, sino aspectos prácticos como consideración de los errores, derrames y cantidades expelidas. Por ejemplo, el volumen medido de las cucharas cafeteras oscila de 2.5 a 7.8 mL. Los padres deben conseguir una cuchara para medicina o una jeringa graduadas en la farmacia, con estos dispositivos, mejoran la exactitud de las dosis medidas y simplifican la administración de fármacos a los niños.

Cuando se evalúa el cumplimiento, con frecuencia es útil preguntar si se ha intentado administrar una dosis posterior después de que el niño ha escupido la mitad de lo que se le ofreció. Los padres no siempre pueden mencionar de modo confiable qué cantidad de dosis en realidad recibió el niño. A los padres debe indicárseles si deben despertar o no al lactante para proporcionarle su dosis cada seis horas en el día o la noche. Si éste es el objetivo, es importante que los padres administren el fármaco con base en un esquema, sin que importe si está durmiendo el niño en ese momento. Puesto que durante la segunda semana de tratamiento es menos importante una concentración constante de antibiótico, no es obligatorio un esquema estricto de seis horas. Estos temas deben tratarse con los padres y han de quedar claros, no debe darse por hecho lo que los padres pueden hacer o no. La falta de cumplimiento del tratamiento con frecuencia ocurre cuando se prescriben antibióticos para tratar la otitis media o las infecciones de vías urinarias, y el niño se siente bien después de 4 o 5 días de tratamiento. Los padres pueden pensar que ya no existe razón para continuar administrando el medicamento, aunque hubiera sido prescrito por 10 a 14 días. Debe anticiparse esta situación frecuente, de modo que pueda indicársele a los padres por qué es importante continuar con la administración del fármaco por el período prescrito, incluso cuando el niño parezca estar “curado”.

Deben elegirse los tipos y esquemas de dosificación prácticos y convenientes en lo posible. Lo más fácil es administrar y tomar el medicamento, y cuanto más fácil sea el esquema de dosificación por seguir, es más probable que se logre el cumplimiento (Koren, 2002).

Los procesos fisiológicos que determinan el curso temporal de los fármacos en el organismo, experimentan cambios radicales durante la maduración biológica. En

consecuencia, los procesos de absorción, distribución, metabolismo y eliminación de fármacos se modifican a lo largo de la infancia. Estos cambios dan lugar a dos características de la terapéutica pediátrica: a) La disposición de los fármacos cambia a lo largo de la maduración biológica y difiere de las normas de los adultos y, b) se observa una gran variabilidad entre pacientes en la disposición de los medicamentos para la mayoría de los medicamentos en esta población de pacientes.

La utilidad de la farmacocinética en la farmacoterapia pediátrica es, por lo tanto, obvia. Los estudios con fármacos individuales pueden diseñarse para que rechacen las modificaciones en la disposición que ocurren con los regímenes de dosificación basados en la maduración y es la base científica para pacientes pediátricos de diversas edades. Se pueden diseñar estrategias de control terapéutico de fármacos para pacientes individuales que compensarán la variación interindividual esperada. Lamentablemente, la mayoría de los medicamentos se comercializan con poca o ninguna información con respecto a su farmacología en particular. Los estatutos regulatorios mal construidos por la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos de Norteamérica (FDA), han perpetuado esta situación en el pasado, sin embargo, se han presentado cambios importantes en los procedimientos para prueba de los medicamentos antes de su comercialización, y esto puede ayudar en el futuro (Green y Mirkin, 1984).

Farmacocinética y terapia pediátrica

Los cambios en la disposición del fármaco que ocurren durante la maduración biológica y la variabilidad que se presenta entre pacientes, lo cual es una característica de la población pediátrica, plantean problemas terapéuticos, que, potencialmente pueden ser resueltos mediante técnicas farmacocinéticas (Green y Mirkin, 1984).

La absorción de algunos medicamentos por vía oral es más rápida en la infancia temprana que en neonatos y adultos, mientras que la absorción percutánea es más rápida en los recién nacidos; es poco recomendado el uso de fármacos por la vía intramuscular, por la posibilidad de crear lesiones de tipo local debido a la inoculación de sustancias irritantes, solo se aconseja en aquellas situaciones en que no se puede emplear la vía oral. La distribución de los fármacos en el organismo de los niños puede verse afectada por la

diferente composición corporal, el desarrollo progresivo de las barreras fisiológicas y la diferente composición proteica de los fluidos corporales, entre otros; el agua corporal total representa un porcentaje superior en relación con el adulto, por lo que los fármacos hidrosolubles se disuelven más y son necesariamente dosis relativamente superiores a las del adulto (ejemplo: penicilinas, aminoglucósidos); debe tenerse en cuenta en pediatría, donde es fácil encontrar una situación de deshidratación y al dar dosis mayores en esta situación se pueden provocar efectos indeseables, lo contrario pasa con los liposolubles que requieren menor dosis. Los recién nacidos tienden a presentar una concentración muy aumentada de fármaco libre en plasma por alteraciones en la capacidad de fijación a las proteínas del plasma, esta situación puede ser peligrosa para aquellos fármacos con margen terapéutico estrecho o una elevada tendencia a unirse a las proteínas plasmáticas como la fentoína. También se conocen alteraciones del metabolismo: inmadurez de los sistemas enzimáticos inactivadores de fármacos (ejemplo, cloranfenicol) y existencia de rutas alternativas del metabolismo (ejemplo, paracetamol). Hay situaciones paradójicas en las que los fármacos se metabolizan más rápido en el niño que en el adulto, como la teofilina, al igual que la eliminación de fármacos también puede verse afectada por la inmadurez renal transitoria que caracteriza esta etapa, por lo que deben hacerse ajustes de dosis cuando se emplean fármacos cuya única vía de excreción es el riñón (ejemplo, ampicilina, kanamicina, entre otros) (Cruz-Barrios, 2002).

Dosificación pediátrica de fármacos

Debido a las diferencias en la farmacocinética entre lactantes y niños, la reducción lineal simple en la dosis para adultos en pocas ocasiones es adecuada para lograr una dosis pediátrica segura y eficaz. La información sobre las dosis pediátricas más confiables suele ser la que proporcionan los fabricantes en el inserto del paquete. Sin embargo, dicha información no está disponible en la mayoría de los productos, incluso cuando se han publicado estudios de la literatura médica reflejando la renuencia de los laboratorios farmacéuticos para etiquetar sus productos destinados a los niños. Recientemente, la FDA ha puesto a los productores que sean más explícitos sobre la evaluación de sus nuevos productos destinados a lactantes y niños. En ausencia de recomendaciones pediátricas explícitas acerca de la dosis, puede hacerse una aproximación por cualquiera de varios métodos basados en la edad, masa, o superficie corporal. Estas reglas no son precisas y no

deben utilizarse si el fabricante proporciona una dosis pediátrica. La mayoría de los medicamentos aprobados para su uso en niños tienen dosis pediátricas recomendadas, por lo general establecidas en miligramos por kilogramo o por libra.

Sin embargo, muchos fármacos en los formularios comunes, p. ej., Physicians' Desk Reference, no están específicamente aprobados todavía en niños. Esto debe a la falta de interés por los fabricantes, ya que el mercado pediátrico es relativamente pequeño. Cuando se calculan las dosis pediátricas, éstas nunca deben exceder las dosis para adultos.

Superficie corporal

Los cálculos de dosificación basados en la edad o la masa son conservadores y tienden a subestimar la dosis requerida. Las dosis basadas en la superficie corporal son las que tienen mayor probabilidad de ser adecuadas.

Edad (regla de Young):

$$\text{Dosis} = \text{Dosis para adultos} \times \text{Edad (años)} / \text{Edad} + 12$$

Masa (un poco más precisa en la regla de Clark):

$$\text{Dosis} = \text{Dosis para adultos} \times \text{Masa (kg)} / 70$$

En la tabla 1, se muestra el porcentaje de la dosis de fármaco para adultos para administrarse a niños, tomando como referencia la superficie corporal.

A pesar de estas aproximaciones, sólo dirigiendo estudios en niños pueden determinarse las dosis eficaces y seguras para un grupo de edad y una condición determinados (Koren, 2002).

Hoy en día, la industrialización farmacéutica ha contribuido a que las farmacias y los farmacéuticos dejen de lado uno de sus objetivos y orígenes principales de la farmacia: "La Correcta Dispensación y Administración de un Medicamento". Por este motivo, los pacientes se ven obligados a tomar uno o varios medicamentos cuya dosificación no son idóneos para la patología que presentan o para el tratamiento al cual están sometidos.

Tabla 1.

Determinación de la dosis de fármaco a partir de la superficie corporal.

Masa (kg)	Edad	Superficie (m ²)	% de la dosis para adulto
3	Recién nacido	0.2	12
6	Tres meses	0.3	18
10	Un año	0.5	28
20	5.5 años	0.8	48
30	9 años	1.0	60
40	12 años	1.3	78
50	14 años	1.5	90
60	Adulto	1.7	102
70	Adulto	1.8	103

Fuente: Silver, Kempe & Bruyn (1983).

Este problema se presenta con mayor recurrencia en pacientes pediátricos y geriátricos, los primeros debido a que la medicación que existe en nuestro medio es producida y distribuida para una población relativamente adulta. Si bien existe medicación exclusiva para los infantes y recién nacidos en general, esto no es suficiente para llenar los vacíos terapéuticos que en muchos casos se necesita, por lo tanto, existe la necesidad de ingerir dosis más bajas, obligando a los pacientes a fraccionar manualmente un determinado medicamento, dando como resultado una incorrecta administración de la dosis deseada.

Es por ello, que en el Laboratorio Multidisciplinario de Farmacia de la Facultad de Ciencias Químicas, dependiente de la Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca, ha contribuido a partir del año 2006 a la fecha, a dar solución a una parte de la problemática mediante el servicio de fraccionamiento de dosis para que al paciente pediátrico le sea administrada la dosificación correcta prescrita por el médico, en los casos en que el medicamento no esté disponible en el mercado en esa presentación.

MÉTODO

Medicamentos utilizados

Se trabajó con medicamentos sólidos para administración oral (tabletas y cápsulas) los cuales fueron prescritos por médicos pediatras a una población infantil cuyo rango de edad está comprendido de 1 mes hasta los 5 años; a los cuales se les realizó el fraccionamiento de la dosis, debido a que en el mercado, las presentaciones disponibles tienen dosis mayores a las prescritas por los pediatras en la receta correspondiente, por lo que en el fraccionamiento se realiza el ajuste y acondicionamiento de las dosis indicadas por los médicos pediatras.

Los medicamentos utilizados cuya presentación fue en tabletas que fueron acondicionados fueron: Furosemida 20 y 40 mg; Espironolactona 25 mg; Captopril 25 mg; Fenobarbital 100 mg; Sildenafil 50 mg; Enalapril 10 mg; Isoniacida 100 mg; Metoprolol 30 mg; Gluconato de zinc 30 mg; Valganciclovir 450 mg; DotBal fase intensiva (450, 300, 150 y 75 mg); Clobazam 10 mg; Vigabatrina 500 mg, Esomeprazol 20 mg; Metildopa 250 mg; DotBal fase de sostén (400 y 300 mg); Acenocumarol 4 mg; Pregabalina 50 mg; Etambutol 400 mg; Prednisona 50 mg; Hemosin K 25 mg. Los medicamentos cuya presentación fue en cápsulas fueron: Atomoxetina 60 mg, Urososfalk 250 mg; Itraconazol 100 mg. Para la realización del fraccionamiento se emplearon: campana de flujo laminar, balanza analítica, mecheros de Bunsen, mortero de porcelana con pistilo, cucharilla espátula de acero inoxidable, vidrios de reloj, cápsulas de gelatina dura, frascos dosificadores.

Tipo de estudio o diseño

Estudio retrospectivo descriptivo que abarca del año 2006 hasta el mes de julio del año 2019.

Procedimiento

Fase I. Se llevó a cabo la recepción del medicamento fraccionado, para lo cual, a los padres del paciente se les hace una descripción detallada del procedimiento, además de

solicitarles una copia fotostática de la receta del médico pediatra, que sirve para validar la información y en caso de existir alguna duda, se contactó directamente al médico tratante. Esa copia sirve también para el archivo del servicio de fraccionamiento.

Fase II. Una vez que se corroboró la información contenida en la receta, se realizó la limpieza y desinfección del área, de los materiales y equipos que se emplearon con alcohol al 70% y cloruro de benzalconio. Posteriormente se tomó el número necesario de tabletas o cápsulas a fraccionar del envase primario, y se llevó a cabo la determinación del peso en cada una de ellas. Con estas masas individuales se calculó la masa promedio, a partir del cual se realizaron los cálculos para el ajuste de la dosificación indicada por el médico pediatra. En el caso de las cápsulas, se vació el contenido de las cápsulas y se midió la masa de forma individual, para la obtención de la masa promedio.

Fase III. Se realizó la pulverización de las tabletas en un mortero con el pistilo, hasta la obtención de un polvo homogéneo, posteriormente se volvió a medir la masa de este polvo correspondiente a la dosis prescrita por el médico pediatra, utilizando vidrios de reloj. Para las cápsulas no fue necesario realizar la pulverización, sólo se realizó la homogeneización del contenido para volver a medir la cantidad necesaria en el ajuste de la dosis.

Fase IV. Cuando ya se tiene la cantidad requerida del medicamento para el ajuste de la dosis, ésta se acondicionó en cápsulas de gelatina dura, las cuales se envasaron en un frasco que fue etiquetado con la información detallada del medicamento, especificando la dosis prescrita por el médico pediatra y con el número de cápsulas para cumplir con el tratamiento correspondiente.

Fase V. Finalmente, con el medicamento acondicionado, se les avisó a los padres del paciente, para que lo recogieran y se le proporcionaron las indicaciones finales de administración del medicamento al paciente pediátrico.

RESULTADOS

El servicio de fraccionamiento de medicamentos para su uso en pacientes pediátricos en el Laboratorio Multidisciplinario de Farmacia, comenzó en el año 2006, atendiendo a 2

pacientes, uno masculino de 4 meses de edad, el cual presentó un diagnóstico de epilepsia y para su tratamiento se realizó el fraccionamiento, ajuste y acondicionamiento de furosemida, espironolactona y captopril. La segunda paciente, femenina de 30 meses de edad y también con diagnóstico de epilepsia, a la cual se le dio el servicio de fraccionamiento, ajuste y acondicionamiento de fenobarbital.

En los años posteriores, hasta el 2015, la demanda de este servicio por el laboratorio fue baja, y es hasta el año 2016 donde se incrementó notablemente el número de los servicios. Además del incremento en el número de pacientes beneficiados por el servicio de fraccionamiento en los últimos 3 años, en la tabla 2 se observa la presentación de las formas farmacéuticas sólidas para su administración oral, así como el número de las mismas con las que se ha realizado el fraccionamiento, lo que ha impactado en un número mayor de pacientes atendidos.

Tabla 2.

Pacientes beneficiados por año.

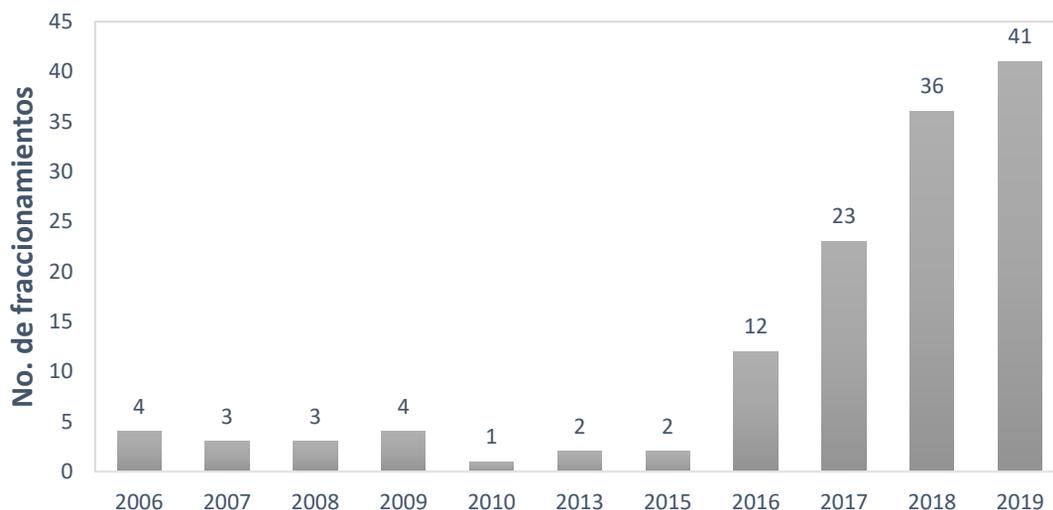
Año	No. de pacientes beneficiados	Cantidad de unidades de forma farmacéutica fraccionadas
2006-2015	19	735 tabletas y 120 cápsulas
2016	12	145 tabletas y 60 cápsulas
2017	23	328 tabletas y 10 sobres
2018	36	501 tabletas y 23 cápsulas
2019 (hasta el mes de julio)	39	668 tabletas y 13 cápsulas

Durante el período de tiempo en que se ha realizado el servicio de fraccionamiento y acondicionamiento de dosis en medicamentos para pacientes pediátricos, se han llevado a cabo 131 fraccionamientos de medicamentos para diversos tratamientos en pacientes pediátricos, la evolución de este servicio se muestra en la Figura 1. Se observa que en los primeros años en que se ofertó el servicio de fraccionamiento, se tuvo poca demanda, siendo principalmente la atención de pacientes pediátricos cuyo médico tratante tiene un ejercicio profesional de carácter particular. En el año 2016, cuando se tuvo un incremento

notable en el número de fraccionamientos realizados, todos los servicios de este año también se dieron a pacientes pediátricos cuyo médico tratante fue particular. Para el año 2017, el servicio presentó un incremento casi al doble en el número de fraccionamientos, también se comenzó a dar el apoyo a los Servicios de Salud de Oaxaca (SSO), en especial al Programa de Control de Tuberculosis. Esta tendencia se mantiene para 2018 y 2019, en donde también se da cobertura con el servicio al Hospital de la Niñez Oaxaqueña (HNO) y al Hospital General Dr. Aurelio Valdivieso (HGAV).

Figura 1.

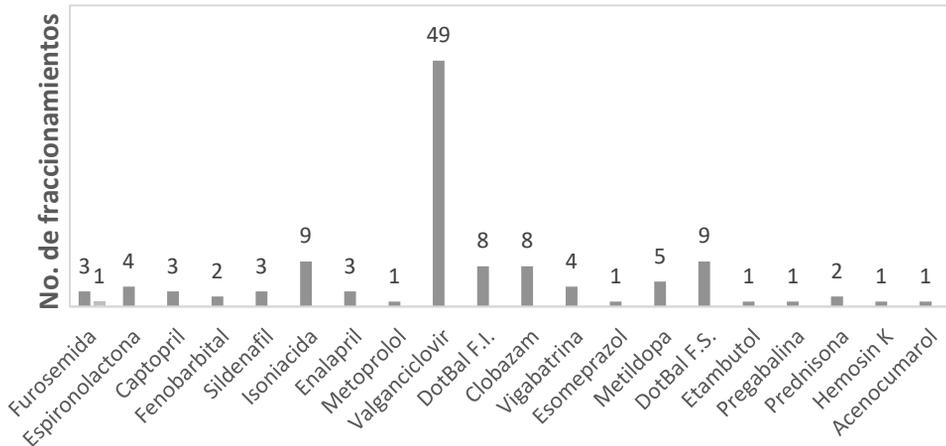
No. de fraccionamientos de medicamentos por año.



Con respecto a los 21 medicamentos sobre los cuales se llevó a cabo el fraccionamiento para ajustar y acondicionar a las dosis prescritas por los médicos pediatras, se observó que el medicamento Valganciclovir tiene el mayor número de fraccionamientos, esto se debe a que es el medicamento que envía el Hospital de la Niñez Oaxaqueña (HNO), seguido por la Isoniacida y el DotBal fase de sostén, ambos medicamentos proporcionados por el Programa de Control de Tuberculosis, de los Servicios de Salud de Oaxaca (SSO) (fig. 2).

Figura 2.

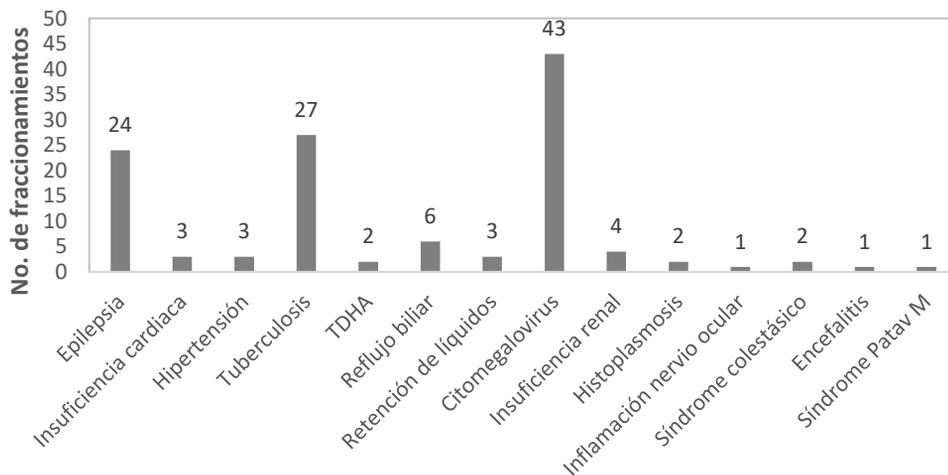
Número de fraccionamientos por medicamento.



En lo referente a los diagnósticos de los pacientes pediátricos, a los cuales se les brindó el servicio de fraccionamiento de medicamentos, la relación de frecuencias en función de los tratamientos prescritos por los médicos pediatras, se incluyen en la figura 3.

Figura 3.

Número de fraccionamientos por diagnóstico.



En la figura 3, se observa que el diagnóstico por citomegalovirus es el que tiene un mayor número de fraccionamientos, seguido por la tuberculosis, esto guarda relación con la figura 2, en donde el Valganciclovir, que es el medicamento con más fraccionamientos, es el indicado para el tratamiento de la infección por citomegalovirus; así como la Isoniacida y el DotBal fase sostén, que son medicamentos empleados en el tratamiento de la tuberculosis, que es el segundo diagnóstico con más fraccionamientos.

En los últimos años, se ha tenido un incremento en la demanda del servicio de fraccionamiento de medicamentos, por parte de las instituciones públicas de salud en la entidad, quienes han depositado su confianza en la Facultad de Ciencias Químicas y conjuntamente coadyuvar a que los pacientes reciban las dosis establecidas por los pediatras, esto lo podemos observar en la tabla 3.

Tabla 3.

Servicios de Salud que solicitaron el fraccionamiento de dosis por año.

AÑO	SERVICIO MÉDICO PARTICULAR	SSO	HGAV	HNO
2006-2015	19	0	0	0
2016	12	0	0	0
2017	18	5	0	0
2018	8	13	3	12
2019	2	6	2	29

Durante los años 2018 y 2019, se ha colaborado intensamente con el Hospital de la Niñez Oaxaqueña, para el fortalecimiento de la vinculación de la Facultad de Ciencias Químicas con este hospital, a través del servicio social realizado por los estudiantes de la licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, a quienes se les capacita en la realización del fraccionamiento, ajuste y acondicionamiento de dosis para pacientes pediátricos, específicamente del área de infectología, además de despertar en ellos el compromiso social y la actitud de servicio de la profesión que serán pilares para su ejercicio profesional.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Muchos medicamentos sólo están disponibles para adultos, por lo tanto, la administración de la dosis exacta a los niños resulta fundamental. El ajuste de fórmulas adultas para dosis pediátricas se realiza a menudo cortando o machacando los comprimidos, abriendo las cápsulas y usando el polvo para obtener un líquido, mediante la dilución de preparados concentrados o la utilización de inyecciones orales. Como consecuencia directa, a los niños se les da a menudo fórmulas que no han sido elaboradas para ellos. Esta práctica puede comprometer la eficacia y la seguridad del tratamiento.

Durante los dos últimos años la OMS y UNICEF han unido sus esfuerzos en la promoción del desarrollo de fórmulas farmacéuticas pediátricas para niños de distintas edades, incluidos los comprimidos dispersables que se deshacen en el agua o una pequeña cantidad de leche materna.

Con base a lo anterior, el servicio de fraccionamiento, ajuste y acondicionamiento de dosis en medicamentos para uso pediátrico del Laboratorio Multidisciplinario de la Facultad de Ciencias Químicas, ha incrementado sustancialmente el número de los mismos en los últimos años, esto se debe principalmente a que instituciones de salud pública como los Servicios de Salud de Oaxaca (SSO), a través del Programa de Control de Tuberculosis y el Hospital General Aurelio Valdivieso (HGAV), así como el Hospital de la Niñez Oaxaqueña (HNO), se han beneficiado por este servicio, así como también un gran número de médicos pediatras particulares, han enviado a sus pacientes al laboratorio para que se les realice el servicio, llegando incluso, hasta poner la indicación en la receta correspondiente de acudir al laboratorio para que se les haga el fraccionamiento.

Dentro de las ventajas del fraccionamiento de medicamentos, en la literatura Rua (2011) argumenta:

La mayoría de los medicamentos usados hoy en día se administran por vía oral y en forma sólida. En muchas ocasiones, además, no están disponibles presentaciones en forma fluida. Por ello, a veces, se recurre a fraccionar la pastilla o comprimido. La práctica de partir formas orales sólidas ha sido aceptada por muchos años como una

manera de obtener la dosis prescrita de un medicamento. Los pacientes pueden partir tabletas para:

- Obtener la dosis requerida, cuando la forma de dosificación no está disponible.
- Proporcionar las dosis fraccionadas adecuadas en un régimen flexible o cuando se requiera disminuir o aumentar la dosis en el régimen de dosificación.
- Iniciar la terapia con la dosis más baja posible para disminuir la incidencia de los efectos adversos o ajustar la respuesta de un paciente individual (p.17).

El primer apartado sostenido por Rúa (2011), es el que principalmente da soporte al servicio de fraccionamiento del Laboratorio Multidisciplinario de Farmacia, aunque también hay otra justificante de la importancia del mismo, esta se debe a la situación económica precaria de la mayoría de los usuarios, a los cuales, no se les cobra por el servicio, solamente se le pide materiales que son empleados en la realización del fraccionamientos, tales como, guantes, gorros y cubrebocas desechables estériles, cápsulas de gelatina vacías, alcohol, entre otros insumos, lo que fortalece de forma muy significativa la vinculación de la sociedad oaxaqueña con la Universidad, además de generar en los estudiantes de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo, el compromiso social de la carrera, ya que, el servicio de fraccionamiento es realizado por los estudiantes en servicio social asignados al Laboratorio Multidisciplinario de Farmacia, supervisados por los profesores responsables del mismo.

Con base en estas necesidades, la monitorización farmacocinética en los hospitales ha aportado importantes avances consiguiendo que la dosificación de medicamentos sea la adecuada para cada paciente y adaptada a cada circunstancia, en el grupo pediátrico, la individualización posológica supone un pilar fundamental para el éxito terapéutico (Lima, 2016). Esto con la finalidad de garantizar que todos los niños tengan vida sana y promover su bienestar, ya que deben ser una de las máximas prioridades para todas las sociedades y principalmente en la sociedad Oaxaqueña, la cual se encuentra muy enmarcada en el ámbito geográfico, socioeconómico y cultural (PED, 2016-2022).

El medicamento no es una mercancía común, ya que su valor intrínseco está ligado al mejoramiento de la salud, un aspecto que se considera un derecho intangible en el mercado. En dicho contexto, se ha dicho que es un bien social y esencial, ya que su obtención no está entregada en forma absoluta a las leyes del mercado, sino que queda sujeta a coberturas y sistemas especiales que corrigen las deficiencias de acceso y permiten a la población alcanzar los beneficios de su uso y a precios accesibles. Por esta razón es que la sociedad en su conjunto, debe entenderlo así y actuar con responsabilidad desde cada ámbito de acción, haciendo un uso racional de los medicamentos, propiciando así un funcionamiento óptimo de los sistemas de salud, involucrando a todos, es decir, tanto al prescriptor, como al dispensador, al fabricante, al comunicador (comprendiendo las diferentes formas de promoción), al usuario final, a la comunidad científica y a la autoridad sanitaria.

REFERENCIAS

- Cruz Barrios M. A. (2002). *Elementos para la prescripción racional de los medicamentos*. En F. J. Morón Rodríguez y M. Levy Rodríguez (Eds) *Farmacología General* (pp. 170). Editorial Ciencias Médicas.
- Green, T. P. & Mirkin, B. L. (1984). *Clinical Pharmacokinetics: Pediatric Considerations*. (pp. 269 – 280). En L. Benet, N. Massoud, & J. G. Gambertoglio (Eds.) *Pharmacokinetic Basis for Drug Treatment*. Raven Press.
- Koren G. (2002). *Aspectos especiales de la farmacología perinatal y pediátrica*. En B. G. Katzung *Farmacología básica y clínica* (pp. 1153-1164.). Editorial El Manual Moderno.
- Lima Carvalho M. (2016). Challenges on off label medicine use. *Revista Paulista de Pediatria*. 34(1), 1-2.
- *Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca* (2016-2022). México.
- Rowland M., Tozer T.N. (1994). *Clinical pharmacokinetics: concepts and applications*, 2nd ed. Williams & Wilkins.
- Rua F. (2011). Administración de Medicamentos: ¿se puede alterar la integridad de la forma farmacéutica? *Farmacéuticos Comunitarios* 3(1), 16-22.
- Silver H.K., Kempe C.H., Bruyn H.B. (1983): *Handbook of Pediatric*. Lange Medical Publications.

DETECCIÓN DE HIPERGLICEMIAS, EN COMUNIDADES VULNERABLES DEL MUNICIPIO DE TUXTLA CHICO, CHIAPAS DEL AÑO 2012-2016. UNIDAD DE VINCULACIÓN DOCENTE

Velia Vela Arévalo¹, Guadalupe Franco Sánchez¹, Crispín Herrera Portugal¹,
Humberto Octavio Barrientos Becerra¹, Marco Antonio Jimeno Zavala¹
& Miguel Ángel Hernández Balboa¹

Las enfermedades crónicas son enfermedades de larga duración y por lo general de progresión lenta. Están relacionadas con los estilos de vida y con el envejecimiento de la población, entre ellas destacan las cardiopatías, los accidentes cerebrovasculares, el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes, siendo las principales causas de mortalidad en el mundo, responsables del 63 % de las muertes. Las discapacidades visuales, la ceguera, los defectos de audición, la sordera, las enfermedades bucodentales y los trastornos genéticos son otras afecciones crónicas que representan una porción sustancial de la carga mundial de morbilidad (OMS, 2017).

¹ Facultad de Ciencias Químicas campus IV, Universidad Autónoma de Chiapas. Cuerpo Académico en Formación Salud ambiental y Ocupacional (UNACH-CA-49)

La carga de enfermedades crónicas: tiene serios efectos adversos en la calidad de vida de los individuos afectados; es causa de muertes prematuras; tiene efectos económicos importantes y subestimados en las familias, las comunidades y la sociedad en general. Las enfermedades crónicas graves tienen por causa factores de riesgo común y modificable. Dichos factores de riesgo explican la gran mayoría de las muertes por ese tipo de enfermedades a todas las edades, en hombres y mujeres y en todo el mundo. Entre ellos destacan: una alimentación poco sana, la inactividad física y el consumo de tabaco (OMS, 2013).

En los países de ingresos bajos y medios, los adultos de edad madura son especialmente vulnerables a las enfermedades crónicas. En estos países las personas tienden a desarrollar enfermedades a edades más tempranas, sufrirlas durante más tiempo a menudo con complicaciones prevenibles y fallecer antes que en los países de altos ingresos. En México uno de los mayores riesgos en adultos, es la diabetes mellitus, siendo una de las principales causas de muerte, otras son las enfermedades cardiovasculares, consideradas de las más letales que afectan a personas mayores de 40 años (OMS, 2017).

La Organización Mundial de la Salud, define a la Diabetes como una enfermedad crónica, producida por mal funcionamiento del páncreas, ya que no hay suficiente producción de insulina, o simplemente no se produce, por lo que hay aumento en los niveles de glucosa a nivel sanguíneo, Existen dos tipos de diabetes, de las cuales, la tipo 2 es la más frecuente en los individuos y en esta, solamente existe una resistencia de insulina, caso contrario de la diabetes tipo 1, en la cual las células β del páncreas no funcionan. Es por ello que la OMS recomienda a los países el desarrollo de programa de prevención y control de la enfermedad.

Según la ficha del Perfil de los Países que integra OMS, en el caso de México se identifica a la diabetes entre las primeras causas de muerte. De igual forma, respecto a la población adulta (30 años de edad y más), esta ficha contabiliza 87 000 muertes por diabetes, de las cuales 53% corresponden a mujeres y 47% a hombres. Como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, los Estados miembros de la OMS fijaron la ambiciosa meta de reducir en un tercio la mortalidad prematura atribuible a las

enfermedades no transmisibles, incluida la diabetes; lograr la cobertura sanitaria universal; y proporcionar acceso a los medicamentos esenciales a un precio asequible, todo de aquí a 2030 (OMS, 2016).

Además, se considera a la diabetes como un desorden metabólico, el cual tiene como característica la hiperglucemia crónica, asociada a cambios en el metabolismo de los carbohidratos, proteínas y grasas, como resultado de la deficiencia en la secreción y la acción de la insulina, esto ya sea por causas genéticas o del ambiente. Su importancia radica, entre otros elementos, en su elevada prevalencia en la asociación con complicaciones y mortalidad (Almaguer-Herrera et al., 2012).

La Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-1994, para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus en la atención primaria, publicada 26 de abril de 1994, define la diabetes mellitus como un conjunto de enfermedades que tienen como síntomas comunes la poliuria y la polidipsia. Esta comprende a un grupo heterogéneo de enfermedades sistémicas y crónicas, de causas desconocidas, pero con variables de predisposición ya sea hereditarias o por factores ambientales, y que afectan directamente al metabolismo de los hidratos de carbono, proteínas y grasas que se asocian fisiopatológicamente con la deficiencia en la secreción y/o acción de la insulina. Trayendo esto como consecuencia la elevación anormal de la glucemia.

La Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus, publicada el 20 de octubre de 2009, resalta que el descontrol metabólico y las consecuentes complicaciones se agravan cuando en los servicios de salud no se realiza una eficiente y oportuna detección y seguimiento de grupos con factores de riesgo, aunado a que en la población hay una percepción inadecuada y desconocimiento del riesgo para desarrollar diabetes. Lo anterior da lugar a que no se realice un diagnóstico oportuno y a que no se dé la pronta incorporación de los pacientes detectados al tratamiento.

El diagnóstico de un paciente diabético suele ser relativamente sencillo, lo complicado es clasificarlo y su etiología, pues, muchas ocasiones los pacientes pueden estar cursando cualquier etapa de la enfermedad, o su metabolismo puede estar alterado por factores

alternos como los fármacos, pero con un buen diagnóstico y tratamiento se pueden regular los niveles glucémicos, por ello la importancia de la clasificación correcta (Tebar-Massó y Escobar, 2010).

Desde años pasados, se clasificó a la diabetes como insulino dependiente y no insulino dependiente. Sin embargo, esta categoría se modificó en 1979 para fines más sencillos en categorías más generales: (1) Diabetes tipo 1 (destrucción de las células β del páncreas ocasionando deficiencia de insulina), (2) Diabetes tipo 2 (defecto progresivo de la secreción de la insulina o una reducción en la sensibilidad de esta misma), (3) Diabetes mellitus gestacional (DMG) (diagnosticada en el segundo o tercer trimestre de embarazo) y, (4) Tipos específicos de diabetes debido a otras causas, por ejemplo, síndromes monogénicos de diabetes (como la diabetes neonatal y la diabetes de madurez de los jóvenes), enfermedades del páncreas exocrino (como la fibrosis quística) y algunos fármacos como en el tratamiento del VIH/SIDA o después del trasplante de órganos (American Diabetes Association -ADA, 2014).

Para la asignación de un determinado tipo de diabetes, al paciente se le deben de considerar las diversas circunstancias que este posea en el momento del diagnóstico, ya que, en algunos casos, no solamente se ajustan a una sola categoría, por lo que debe considerarse la clínica y la progresión de la enfermedad (Nowicka et al., 2011).

En México, la prevalencia de la diabetes ha ido en aumento considerablemente de la mano con el incremento de la obesidad, esto se debe a que, con el transcurso de los años, el estilo de vida de la población ha ido cambiando, dentro de estos cambios podemos mencionar al consumo de alimentos procesados, ricos en carbohidratos y con una proporción calórica elevada; también el sedentarismo y la falta de ejercicio por mencionar algunos (Instituto Nacional de Salud Pública, 2012).

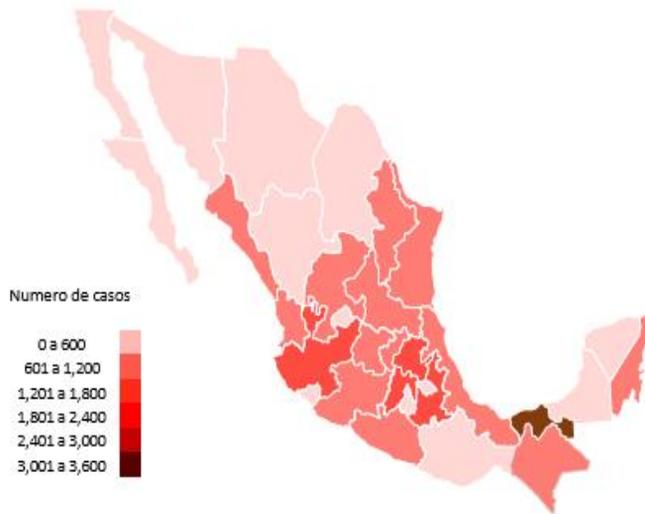
Este padecimiento se ha logrado colocar no solo a nivel federal, sino a nivel mundial como una causa importante de morbilidad y mortalidad, a nivel mundial se estima que más de 371 millones de personas viven con dicha enfermedad, teniendo una aproximado de 4.8 millones de individuos fallecidas a causa de esto, por lo que basándonos en estos datos se estima que para el 2030, el número de personas diabéticas se incrementara a 439

millones de personas adultas de entre 20 a 79 años, representando a un 7.7 % (Shaw et al., 2010)

En nuestro país, se estima hasta el último reporte proporcionado por la Secretaria de Salud en el año 2015, que son más de 29 058 individuos que presentan este padecimiento, reportándose que por Estados el mayor, porcentaje lo representó Tabasco con un 12.97% del total, caso contrario a la Ciudad de México, el cual representa al menor porcentaje con solo 0.29% (Instituto Nacional de Salud Pública, 2015) (Ver figura 1).

Figura 1.

Casos notificados a la plataforma de SVEDT2 por entidad federativa. México, cierre 2015.



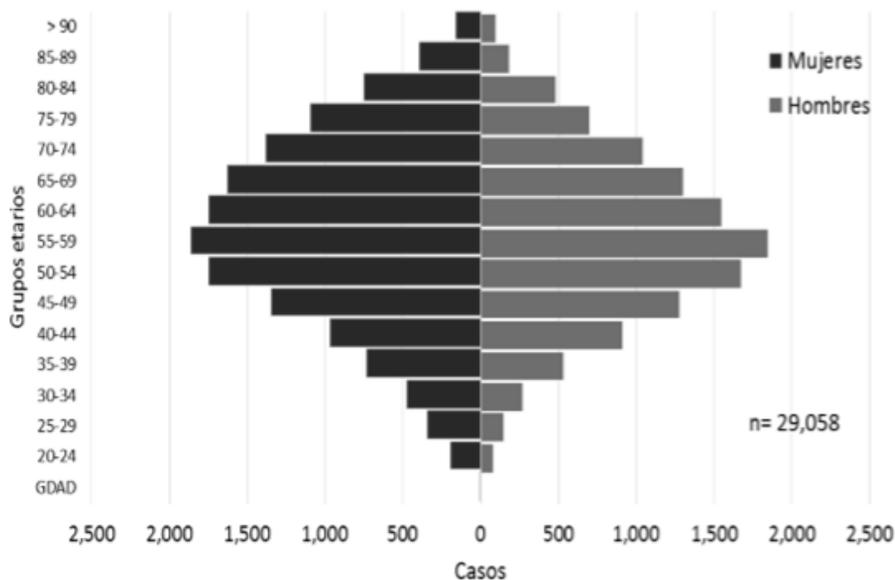
Fuente: Instituto Nacional de Salud Pública, 2015.

Otros datos por considerar son el sexo y la edad, para la primera categoría se encontró en la mayoría de los Estados una mayor proporción para el sexo femenino con 55% y el resto corresponde al masculino, sin embargo, los Estados que no aplican en esa tendencia encontramos a Baja California Norte y Sur, Colima, Ciudad de México, Guerrero, Morelos, Nayarit, Querétaro, Sinaloa y Sonora. En cuanto a la segunda categoría que es la edad, se

reporta una media de 58 años, siendo el grupo etario de 55 a 59 años el más afectado, con un 13.68% coincidiendo para ambos sexos (figura 2), y el menos afectado con solo 0.94% es el grupo etario de 90 años y más (Instituto Nacional de Salud Pública, 2015).

Figura 2.

Distribución por sexo y grupo etario de los casos notificados a la SVEDT2, 2015.



Fuente: SSA/ DGE/ DVEENT/ SVEDT2. Cierre 2015.

Antecedentes

Moreno et al. (2006) realizaron un estudio de hiperglucemia en una comunidad rural del municipio de Tepetlixpa, Edo de México. Por lo que se refiere a los valores de glucosa, un poco más de la cuarta parte de la población (26.2%) presentó valores superiores a 110 mg/100 mL, que fueron considerados, de acuerdo a la NOM, con hiperglucemia en ayuno, y 16.9% con glucemia de riesgo (mayor de 126 mg/100 mL). De acuerdo con el criterio para

señalar como caso sospechoso de diabetes mellitus a aquel individuo con un valor casual de glucosa mayor a 140 mg/100 mL, hubo 18 personas (11.2%) que correspondió a esta denominación, entre ellos seis eran diabéticos ya conocidos. Entre las mujeres se encontró el 10% de casos con un valor casual de glucosa mayor a 140 mg/100 mL. Entre los hombres hubo cinco casos en esta categoría, que representaron una quinta parte del total.

En el año 2011, en un estudio llevado a cabo por Whiting, demostró a través de datos probabilísticos como avanza la diabetes desde el año en que se realiza este análisis hasta el 2030, para ello se revisaron un total de 565 datos, de los cuales se seleccionaron 170 procedentes de 110 países diferentes, con esto se obtiene que, en el año 2011, había 366 millones de personas con diabetes, y se espera que aumente a 552 millones en 2030. Este estudio se basa principalmente en la economía no solo de los pacientes sino del país en que habitan, por ejemplo, en países de mediano ingreso el aumento en cuanto esta enfermedad será sobresaliente en los próximos 19 años.

En un estudio realizado en la Ciudad de México, por Escobedo-De la Peña et al. (2011), se demostró que la diabetes afecta al adulto joven y de forma considerable al adulto en etapa productiva, ya que uno de cada seis a siete adultos entre 45 y 54 años de edad y uno de cada cinco del grupo de edad de 55 a 64 años tienen diabetes mellitus, demostrando que en México se ha observado una elevada prevalencia de diabetes y de otros factores de riesgo cardiovascular en la población, por ello se consideró que es necesario establecer estrategias de salud con el fin disminuir la tendencia ascendente de esta enfermedad.

En el año del 2011, Cardona-Arias, realizó un estudio en el que determina la prevalencia de diabetes mellitus y dislipidemias en indígenas del resguardo Cañamomo-Lomapieta, en Colombia, quedando demostrado que la prevalencia de dislipidemia fue 68.9% y el de diabetes fue de 8%; por lo que se encontraron asociaciones entre diabetes y el IMC, el síndrome metabólico y la obesidad total, implicando un mayor riesgo aterogénico.

Una investigación sobre la prevalencia de la prediabetes y de la diabetes en población de adultos y adolescentes realizada en el año 2012, en Quintana Roo, por Zvarova, obtuvo

que en pacientes ≥ 20 años de edad la prevalencia para prediabetes fue de un 21.8%, mientras que para la diabetes tipo 2 fue de 15.4%, se encontraron además relevancia en el valor de la glucosa por arriba de 300 mg/dL para pacientes adultos, y por ende con base a esto no se encontraron datos de significancia en relación al sexo, pero si la prevalencia aumentaba con la edad.

En el año de 2013, se describió la prevalencia y el control de la diabetes en adultos chinos, esto fue realizado por Yu Xu et al., quienes estimaron una prevalencia de 11.6% para pacientes con diabetes en la población adulta china. De estos, la prevalencia entre los hombres fue del 12.1% y 11.0% para las mujeres. También se estimó la prevalencia de pacientes prediabéticos encontrando 52.1% a hombres y 48.1% a mujeres. Por otro lado, se relacionaron ciertos factores quedando demostrado que la prevalencia de diabetes fue mayor en los grupos de mayor edad, en los residentes urbanos y en personas que viven en regiones económicamente desarrolladas.

Otro estudio se realizó en el año del 2013 en Ecuador, cuando Freire et al., estudiaron a población adulta, mayores de 19 años, pero menores de 60 años, con la finalidad de relacionar a la diabetes con otros aspectos como la obesidad obteniéndose que la prevalencia de sobrepeso y obesidad fue de 62.8% en mujeres y 60% en hombres. Mientras que la prevalencia de diabetes en personas entre 10 a 59 años, fue de 2.7%.

En Cali Valle, Colombia, se realizó un estudio dirigido por Vargas-Uricoechea (2015), donde analizó los datos epidemiológicos de Colombia y la región de América del Sur en general, para identificar ciertos controladores de la enfermedad, dentro de estos factores que se pudieron encontrar relacionados observaron: el período de estudio, el sexo, el rango de edad, los criterios de diagnóstico, el origen y antecedentes de la población (por ejemplo, urbana contra rural) y la evaluación de las poblaciones especiales (por ejemplo, VIH/SIDA, el síndrome metabólico y la presión arterial alta). Con base en esto, se clasificaron cuatro conductores principales como la transición demográfica, transición de la nutrición, el desplazamiento forzado/migración interna y desarrollo urbano, y la promoción de la actividad física.

Lerin (2017), abordó la integración-exclusión de pacientes diabéticos en comunidades rurales en la estrategia nacional de los Grupos de Ayuda Mutua en el estado de Yucatán, donde observó un aumento sostenido de diabetes mellitus tipo 2. En los registros institucionales, los índices más negativos los presentaron las mujeres y, en general, los grupos sociales que cuentan con menos recursos económicos, de desarrollo y de servicios de salud, ya que reciben una atención deficiente y no adecuada a sus expectativas y especificidades culturales.

Bajo este contexto, el estudio de hiperglicemias es importante para la detección temprana de diabetes mellitus, lo que ayudaría en el correcto manejo de la enfermedad, del control temprano y tratamiento de personas que se encuentran en los niveles superiores o al límite del rango que ésta tenga, como por ejemplo la prediabetes, que con un cambio en la dieta puede corregirse y no convertirse en diabetes, que como bien se sabe, es una enfermedad que al paso del tiempo tiene diversas repercusiones en la salud del paciente, ya que los niveles altos de glucosa en sangre son dañinos en el organismo afectando diversas funciones al mismo tiempo, atrofiando a su paso y con frecuencia ojos, piel, presión arterial, entre las más agresivas. Por lo anterior, se realizó un estudio en personas pertenecientes al municipio de Tuxtla Chico, Chiapas; para comparar la prevalencia de los valores séricos que se obtuvieron en los estudios realizados del 2012 al 2016, así como para conocer la evolución que ha tenido la población con niveles altos de glucosa.

El presente estudio forma parte de la Unidad de Vinculación Docente denominada “Campaña de prevención a la salud en comunidades vulnerables”, se realizó en cinco etapas enfocadas a la detección oportuna de la Diabetes Mellitus con la cuantificación de niveles séricos de glucosa. Los trabajos fueron coordinados por el Cuerpo Académico Salud Ambiental y Ocupacional de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Chiapas y El Club de Leones del municipio de Tuxtla Chico, Chiapas, la segunda es una institución civil, sin fines de lucro que se preocupa de la salud de los habitantes de dicho municipio, principalmente de las comunidades de la zona rural.

Bajo este contexto se plantearon los siguientes objetivos: (1) Determinar la prevalencia de hiperglicemias a lo largo del periodo 2012-2016, así como la evolución que

ha tenido durante este periodo de tiempo; (2) Proporcionar a los alumnos de las asignaturas relacionadas con la unidad de vinculación la experiencia de aplicar sus conocimientos en el área de análisis clínicos, toma de muestra, bioquímica clínica y epidemiología; (3) Fortalecer la línea de aplicación y generación del conocimiento Epidemiología y la de Desarrollo de Métodos Analíticos del cuerpo académico Salud Ambiental y Ocupacional; (4) Inducir en los alumnos en el trabajo de equipo, mediante el servicio a la comunidad con ética y profesionalismo; (5) Brindar un servicio con calidad para que los beneficiarios conozcan su estado de salud y se implementen medidas de prevención y, (6) Vincular a la Facultad de Ciencias Químicas con su entorno social.

MÉTODO

Participantes

La población estuvo constituida por habitantes del municipio de Tuxtla Chico, Chiapas, conformado por 1 585 personas que participaron en el estudio a lo largo de las cinco campañas de salud. El trabajo se inició con una invitación a la población en general a participar en el proyecto para cuantificar el parámetro de glucosa sérica. La muestra se formó con individuos de diferentes localidades del municipio de Tuxtla Chico, Chiapas. A las personas seleccionadas, se les extrajo 5 mL de sangre por venopunción, la cual se colocó en tubos rojos sin anticoagulante. Una vez coaguladas las muestras se centrifugaron *in situ* para separar el suero. Las muestras fueron transportadas en condiciones de refrigeración al Laboratorio Escuela de la Facultad de Ciencias Químicas Campus IV, para su análisis. A los mismos individuos, se les aplicó una encuesta para coleccionar datos relacionados con las variables de edad, sexo, enfermedades que han padecido, alimentación y lugar de residencia. Se consideraron como criterios de inclusión la participación voluntaria y el ayuno previo a la toma de muestra.

Materiales

El método empleado fue colorimétrico, utilizando reactivos de la casa comercial SPINREACT^{MR}. Para determinación de la glucosa se utilizó el espectrofotómetro

ThermoSpectronic, Genesis™ 20, Mod: 401/4, Serie: LR 45227 y la Centrifuga VELAB Mod: DZ-00-32, Serie: 427-100069.

Tipo de estudio

Se realizó un estudio de tipo descriptivo, transversal y retrospectivo. El muestreo fue por conveniencia, ya que se incluyeron aquellas personas que desearon participar en el estudio y que se presentaron en ayuno de 8 horas a la toma de muestra.

Procedimiento

Para la determinación de glucosa se utilizó el método enzimático colorimétrico, desarrollado por SPINREACT^{MR}, en el que la glucosa presente en el suero o plasma sanguíneo, es transformada por la glucosa oxidasa (GOD) en ácido glucónico y peróxido de hidrógeno (H₂O₂).

La glucosa oxidasa (GOD) cataliza la oxidación de glucosa a ácido glucónico. El peróxido de hidrógeno (H₂O₂), producido se detecta mediante un aceptor cromogénico de oxígeno, fenol-ampirona en presencia de peroxidasa (POD): convirtiéndolo en un compuesto de color rojo que absorbe entre 492 y 550 nm, con un pico de máxima absorbancia a 505 nm.



La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de glucosa presente en la muestra ensayada. Las muestras se procesaron mediante el equipo automatizado Spin SPINREACT^{MR} 120.

Los datos se analizaron aplicando estadística descriptiva, se elaboraron tablas de frecuencias para conocer los factores de riesgo asociados a hiperglicemia.

RESULTADOS

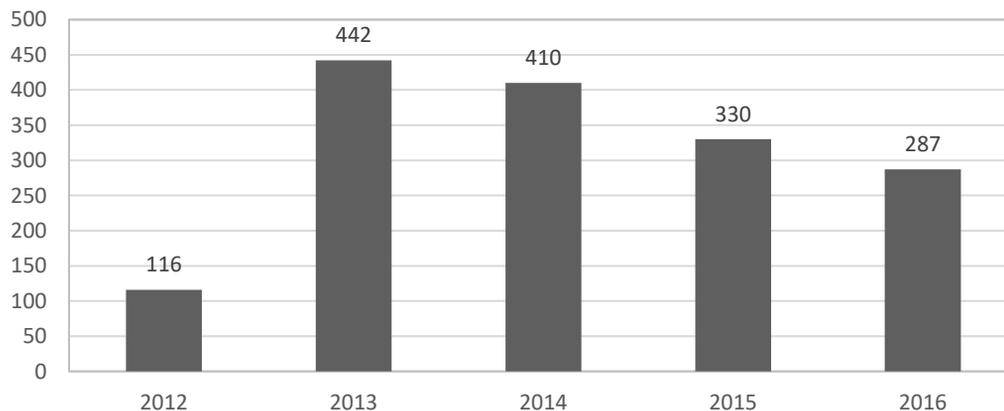
El presente trabajo se centró en los niveles de glucosa sanguínea para determinar las prevalencias por año de hiperglicemias y evaluar la evolución que ha tenido en el tiempo de estudio. La Facultad de Ciencias Químicas en cooperación con el laboratorio escuela y el Club de Leones A.C. de Tuxtla Chico, Chiapas, realizaron análisis bioquímicos de glucosa sérica en la población de la cabecera municipal y diferentes localidades rurales de Tuxtla Chico, Chiapas (entre las que se incluyen: primera y segunda sección de Medio Monte, primera y segunda sección de Izapa, Gatica, el Naranjal, Manuel Lazos, segunda sección de Cahua, el sacrificio y sección la Toma), los estudios se iniciaron en el 2012 y se continuaron hasta 2016, con la finalidad de determinar los niveles glucosa en sangre en la población ya mencionada que conlleven a desarrollar enfermedades crónico degenerativas.

Población participante

Con respecto a la población estudiada, se observa en la figura 3, que la mayor participación fue en los años 2013 y 2014 con 442 y 410 personas respectivamente, mismas que presentaron gran interés de realizarse la determinación de glucosa en sangre, mientras que en el primer año se tuvo una participación de 116 personas.

Figura 3.

Distribución de la población de estudio.

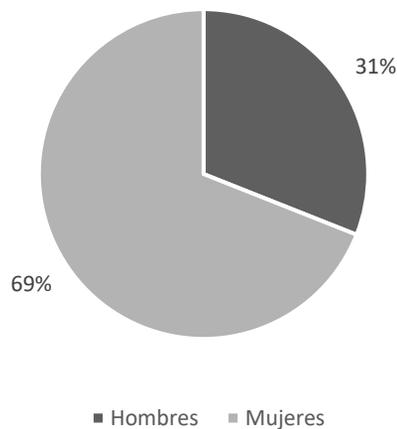


Distribución según el sexo de la población

Al realizar el análisis según la distribución por sexo de la población en estudio encontramos que el 31% (491/1585) fueron hombres y el 69% (1094/1585) fueron mujeres (figura 4). En todos los años, se observó que las mujeres fueron las más interesadas en participar, una razón podría ser que debido al día asignado (sábado) y horario de toma de muestra fue de 7:00 a 11:00 am; las mujeres en su mayoría amas de casa tuvieran mayor disposición de tiempo, en contraste con la participación de los varones, quienes por su trabajo acudieron en menor número a la toma de muestra.

Figura 4.

Distribución según el sexo de la población en general.

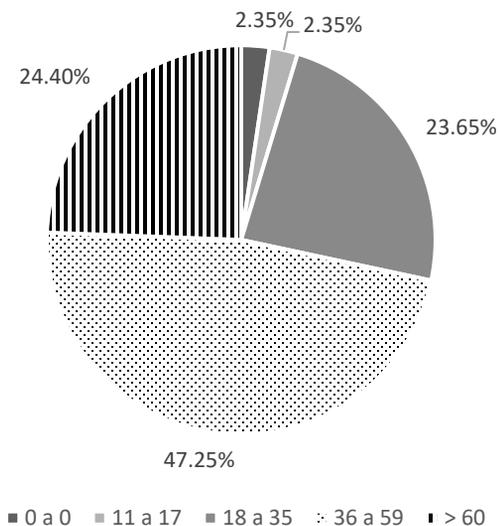


Distribución según la edad de la población

La Organización Mundial de la Salud clasifica las edades en 5 categorías, como se aprecia en la figura 5. Se observa que en los participantes predominaron los adultos con edades en el rango de 36 a 59 años con una participación del 47.25%, los mayores de 60 se presentaron en un 24.40%, muy similar al rango de 18 a 35 años que acudieron en un 23.65%, en tanto, que los menores de 17 años (0 a 10 y 11 a 17) participaron en un 4.69%.

Figura 5.

Distribución de la población por grupo etario.

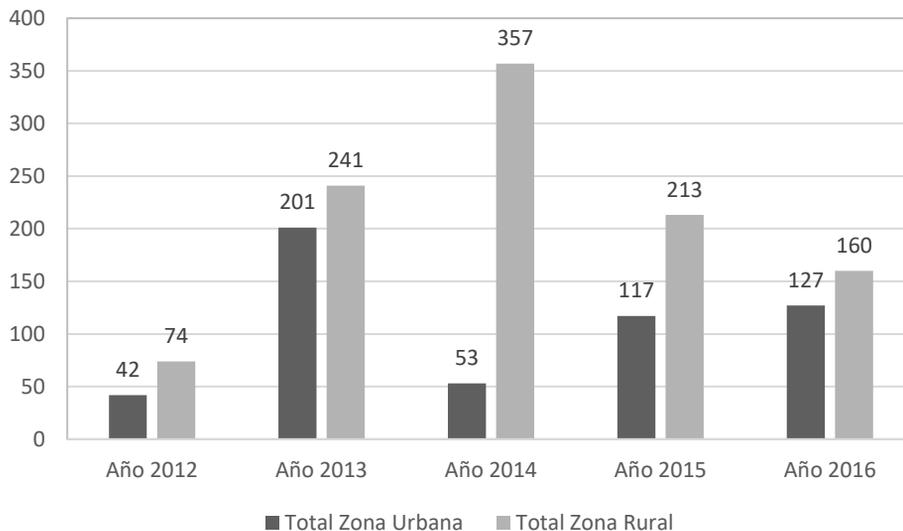


Distribución geográfica de la población

Se realizó un análisis de la distribución del lugar donde viven los participantes, se clasificó en: zona urbana (localidades con 2500 o más habitantes) y zona rural (localidades con menos de 2500 habitantes). La zona urbana se conformó por la ciudad de Tuxtla Chico, Chiapas contando con la participación de 498 (33.9%) habitantes y la zona rural, integrada por habitantes de las siguientes localidades: primera y segunda sección de Medio Monte, primera y segunda sección de Izapa, Gatica, el Naranjal, Manuel Lazos, segunda sección de Cahua y sección la Toma con una participación de 971 personas que representan el 66.1% de la población en estudio, en la figura 6 se presentan la asistencia por año y por lugar de residencia.

Figura 6.

Distribución de la población por año y lugar de residencia.



Prevalencia de hiperglicemia en la población general

Los valores obtenidos de glucosa en ayuno se clasificaron de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-1994 (glucosa normal = 70-110 mg/dL y glucosa anormal ≥ 110 mg/dL). La prevalencia de hiperglicemia se ha ido incrementado a partir del 2012, que inició con 7.8% para llegar finalmente al 2016 con valores de 22.30%, como se puede observar en la tabla 1. Conocer estos datos es importante porque las personas hiperglicémicas con los cuidados necesarios, pueden controlar sus niveles de glucosa para evitar complicaciones de la enfermedad como reporta la ADA, en el 2017.

Es importante señalar que una sola determinación de glucosa sérica no es suficiente para emitir un diagnóstico definitivo de diabetes mellitus tipo 2, por esta razón el estudio se enfocó en considerarlos como hiperglicémicos.

Tabla 1.

Prevalencias de hiperglicemia población total.

Año	Normal (%)	Hiperglucemia (%)	Población Total
2012	107 (92.2)	9 (7.8)	116
2013	390 (88.24)	52 (11.76)	442
2014	357 (87.07)	53 (12.93)	410
2015	283 (85.76)	47 (14.24)	330
2016	223 (77.70)	64 (22.30)	287

Al analizar los datos de la tabla 2, se puede observar que en los años del 2012 al 2016, el sexo femenino ha sido más afectado por la hiperglicemia, con prevalencias que se han incrementado desde 7.8% (9/116) y para el año 2016 ambos sexos fueron afectados en igual número de individuos, presentado una prevalencia de 11.15% (32/278), con lo cual se observa que la prevalencia de hiperglucémicos se ha incrementado en los últimos años en ambos sexos, aunque con mayor impacto en el sexo femenino.

Tabla 2.

Prevalencia de hiperglicemia de acuerdo al sexo y año.

Año	Normal		Hiperglucemia		Total	
	Hombres (%)	Mujeres (%)	Hombres (%)	Mujeres (%)	Hombres (%)	Mujeres (%)
2012	36 (31)	71 (61.2)	0 (0)	9 (7.8)	36 (31)	80 (69)
2013	116 (26.24)	274 (62)	16 (3.62)	36 (8.14)	132 (29.86)	310 (70.14)
2014	105 (25.61)	252 (61.46)	20 (4.88)	33 (8.05)	125 (30.49)	285 (69.51)
2015	78 (23.64)	205 (62.12)	11 (3.33)	36 (10.91)	89 (26.97)	241 (73.03)
2016	77 (26.83)	146 (50.87)	32 (11.15)	32 (11.15)	109 (37.98)	178 (62.02)

Esta mayor frecuencia en las mujeres en la categoría de hiperglucémicos, se debe posiblemente a que su participación se fue incrementando con los años de estudio en comparación con los hombres. Los resultados encontrados del 2013 al 2016, superan la

prevalencia nacional de 9.2% y la estatal de 7.6% reportadas por el Instituto Nacional de Salud Pública (2015).

En México, la diabetes mellitus ocupaba el primer lugar en número de defunciones por año en 2010, eso explica como el gobierno después de 6 años, ha sido más estricto en la clasificación de la diabetes para una detección oportuna actualizándose a la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010. Esta norma muestra similitud con los valores de referencia de la ADA 2014, demostrando que México está trabajando en el control y detección oportuna.

En Venezuela, Palacios et al. (2012) realizaron un estudio para identificar en la población aquellos individuos que están en mayor riesgo de desarrollo de diabetes mellitus 2, por lo que después de varias revisiones por los comités de expertos, encontraron que uno de los factores de riesgo que se establecieron fue el sexo, encontraron que la prevalencia de diabetes mellitus 2 es mayor en mujeres que en hombres, lo que concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde el sexo femenino presentó mayor prevalencia de hiperglicemia.

Prevalencia de hiperglicemia según la distribución geográfica

De las 1 585 personas que participaron en el estudio, en la zona urbana se encontraron a 106 personas con hiperglicemia que representan el 6.69%, en tanto, en la zona rural se observaron a 119 participantes con una prevalencia del 7.5% (tabla 3). Moreno et al., (2006) realizaron un estudio en la comunidad rural del municipio de Tepetlixpa, Edo de México; donde determinaron que la prevalencia de hiperglicemia fue alta (26.2%) en esta comunidad rural. Por otra parte, Morales y Pratz (2017), realizaron la valoración del riesgo para desarrollar diabetes tipo 2 en población adulta de una comunidad rural en Guanajuato, observando que el 66.4 % de la población valorada desarrollará diabetes tipo 2 en menos de 10 años. Se pensaría que por estar la población alejada de una zona urbana, el estado de salud estaría en otras condiciones, propone que la ubicación geográfica no genera influencia en el estado de salud, sino los estilos de vida de las personas, lo cual concuerda con los resultados del presente estudio, donde ambas poblaciones se encuentran afectadas con frecuencias semejantes.

Tabla 3.

Prevalencias de hiperglicemia de acuerdo a la zona que habitan

Año	Normal		Hiperglicemia		Total	
	Zona urbana	Zona rural	Zona urbana	Zona rural	Zona urbana	Zona rural
2012	39 (33.6%)	68 (58.7%)	3 (2.6%)	6 (5.1%)	42 (36,2%)	74 (63.8%)
2013	173 (39.1%)	217 (49.1%)	28 (6.3%)	24 (5.4%)	201 (45.5%)	241 (54.5%)
2014	30 (7.3%)	327 (79.8%)	23 (5.6%)	30 (7.3%)	53 (12.9%)	357 (87.1%)
2015	95 (28.8%)	188 (56.9%)	22 (6.7%)	25 (7.6%)	117 (35.5%)	213 (64.5%)
2016	97 (33.7%)	126 (44.0%)	30 (10.5%)	34 (11.8%)	127 (44.2%)	160 (55.8%)

El reporte de la Federación Internacional de Diabetes (FID) en el 2013, menciona que el impacto de la hiperglicemia predominantemente es urbano, la diabetes tipo 2 se está convirtiendo en un importante problema de salud en las comunidades rurales de los países de ingresos medios y bajos. Por otra parte, Mora et al. (2012) realizaron un estudio sobre el conocimiento y las actitudes hacia la diabetes, al analizar la población rural contra la urbana tampoco encontraron ninguna diferencia significativa. Ambos estudios, concuerdan con los resultados encontrados, por lo tanto, la hiperglicemia es una enfermedad que se puede presentar en ambas zonas poblacionales de acuerdo a la similitud en los resultados obtenidos.

A lo largo de los años se ha realizado un aporte muy valioso, con respecto a que en el año 2012 se detectaron seis personas con hiperglicemia que desconocían presentar niveles altos de glucosa (6/9), en el 2013 fueron 25 de un total de 56; en tanto en el 2014 se detectó a 20 personas (20/53), mientras que en el 2015 las personas con hiperglicemia fueron 47, de ellas 11 que no tenían conocimiento de niveles altos de glucosa, y en 2016 fueron 20 que desconocían tener hiperglicemia (20/64). Esto es importante porque la diabetes y sus complicaciones se pueden prevenir en gran medida con una detección temprana, de acuerdo a lo que reporta la ADA en 2013 y la FID en 2013, los factores de riesgo para el desarrollo de diabetes pueden modificarse cuando precozmente son identificados.

Prevalencia de hiperglicemia por grupo etario

A lo largo del periodo de estudio del total de la población, se observó que los participantes en el rango de edad de 36 a 69 años presentaron un 8.01% (127/1585) de hiperglicemia, y en un segundo lugar los adultos mayores de 60 años con un 4.98% (79/1585). Sobresale que en el año 2016 se observó un mayor número de personas mayores de 36 años que presentaron niveles altos de glucosa sérica (58/1585 personas) que representan al 3.7 % de la población total en estudio (tabla 4).

Tabla 4.

Prevalencia de hiperglicemia por rangos de edad y por año de estudio.

Rango de edad	2012		2013		2014		2015		2016	
	Normal (%)	Hiperglicemia (%)	Normal (%)	Hiperglicemia (%)	Normal (%)	Hiperglicemia (%)	Normal (%)	Hiperglicemia (%)	Normal (%)	Hiperglicemia (%)
0-10	0 (0)	0 (0)	7 (1.6)	1 (0.2)	11 (2.7)	0 (0)	1 (0.3)	0 (0)	17 (5.9)	0 (0)
11-17	0 (0)	0 (0)	12 (2.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (1.5)	1 (0.3)	18 (6.3)	1 (0.3)
18-35	16 (45.5)	0 (0)	93 (21.0)	1 (0.2)	115 (28.0)	9 (2.2)	75 (22.7)	1 (0.3)	60 (20.9)	5 (1.7)
36-59	63 (54.3)	6 (5.2)	181 (40.9)	35 (7.9)	150 (36.6)	23 (5.6)	148 (44.8)	31 (9.4)	80 (27.9)	32 (11.1)
>60	28 (24.1)	3 (2.6)	97 (22.0)	15 (3.4)	81 (19.8)	21 (5.1)	54 (16.4)	14 (4.2)	48 (16.7)	26 (9.1)

A medida que avanzamos en edad aumenta el riesgo de diabetes mellitus 2; se observan resultados consistentes con lo reportado por la Secretaria de Salud de Santander Colombia en 2011 y Romero en 2012, que mencionan que la edad es un factor de riesgo. Sin embargo, en los últimos años se ha visto una disminución en la edad de aparición en adultos jóvenes y adolescentes como se puede observar en los años 2015 y 2016, donde se encontraron dos participantes con hiperglicemia menores de 17 años de edad y en el 2014 se observaron nueve menores de 35 años, resultados que concuerdan con lo reportado por Palacios et al. (2012).

CONCLUSIONES

Dado que la investigación es producto del desarrollo de una Unidad de Vinculación Docente (UVD), podemos establecer las conclusiones desde dos puntos de vista, por una

parte del estudio mismo de la hiperglicemia y por otra del proceso de la ejecución de la UVD:

- La prevalencia de hiperglicemia se ha incrementado desde 2012 hacia el 2016 en la población de estudio.
- Las prevalencias de hiperglicemia son mayores a los reportados a nivel nacional y estatal. Las mujeres están más afectadas que los hombres.
- Los adultos maduros y de la tercera edad presentaron mayor prevalencia hiperglicemia, en comparación que los adultos jóvenes, adolescentes y niños, sin embargo, se encontraron adultos jóvenes con niveles altos de glucosa sérica.

Con respecto al ámbito de docencia, los alumnos aplicaron sus diferentes conocimientos en bioquímica clínica, microbiología, control de calidad y epidemiología con relación al área de análisis clínicos que ofrece la Licenciatura de Químico Farmacobiólogo; principalmente la toma de muestra y la cuantificación de los parámetros bioquímicos e identificación de los microorganismos patógenos. Es importante recalcar que los maestros supervisaron todas las actividades desarrolladas por los alumnos, corrigiendo sus errores, enseñando el uso adecuado y remarcando sus aciertos.

Cabe recalcar que la participación de los maestros de la UVD fue de facilitador del aprendizaje de los alumnos, lo que convierte a la UVD en una herramienta didáctica de aprendizaje basado en problemas en donde el alumno desarrolla sus habilidades para trabajar en equipo, aplicando su capacidad de análisis, síntesis, toma de decisiones e investigación.

De investigación, con el desarrollo de la UVD se fortalecieron las líneas de aplicación y generación del conocimiento que desarrolla el cuerpo académico, salud ambiental y ocupacional. En este sentido, se han desarrollado aproximadamente 20 proyectos de investigación, para conocer la prevalencia a hiperglicemias, diabetes y otra enfermedades crónico degenerativas.

Con relación a la extensión, el lema de la Universidad Autónoma de Chiapas... “POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR” el desarrollo de la UVD constituyó una

oportunidad para brindar el servicio de análisis clínicos a un grupo vulnerable de la sociedad chiapaneca, que coadyuvó a que los participantes conocieran su estado de salud.

Se tuvo la oportunidad de trabajar en equipo y que los alumnos de diferentes semestres pudieran hacerlo; así mismo tuvieron la oportunidad de trabajar con casos clínicos reales, fomentando el servicio a la comunidad y sobre todo su Ética y Profesionalismo.

Los alumnos tuvieron un mejoramiento en la interacción con los pacientes, se enfrentaron al reto de toma de muestra sanguínea en personas de la tercera edad y de niños.

El trabajo en campo enfrenta al alumno a obligaciones que lo convierte en un individuo más responsable; al fomentar habilidades y valores, por lo cual las UVDs ofrecen al estudiante, la experiencia educativa necesaria para que llegue con todas las herramientas a ser un profesionista de calidad, comprometido con las necesidades de salud de la sociedad, que establece la misión del programa de QFB.

El trabajo entre universidades e instituciones sociales en conjunto es muy importante para apoyar a grupos vulnerables de personas que requieren de ayuda en algo vital que es la salud, que en muchas ocasiones carecen de servicios médicos o no están en condiciones de utilizarlo.

Esta UVD reportó datos importantes tanto para la prevención de la salud; así mismo como el diagnóstico de enfermedades que por ser de larga duración y de progresión lenta, deterioran poco a poco la salud del individuo con fuertes repercusiones, tanto económicas, psicológicas, pero principalmente familiares.

REFERENCIAS

- Almaguer-Herrera, M. S. P., Reynaldo S.C., Mariño S.A., Oliveros G.C. (2012). Actualización sobre diabetes mellitus. *Correo Científico Médico*. 16 (2):1-16.

- American Diabetes Association (2017). Datos sobre la diabetes. Datos de la Hoja informativa nacional sobre la diabetes. <http://www.diabetes.org/es/informacion-basica-de-la-diabetes/datos-sobre-la-diabetes/?loc=db-es-slabnav>
- American Diabetes Association (2014). *Diagnosis and classification of diabetes mellitus*.
- Asociación Americana de Diabetes. (2013). www.diabetes.org/es/
- Cardona Arias, J. A.; Rivera Palomin, Y., Llanes Agudelo, O. M. (2012) Prevalencia de diabetes mellitus y dislipidemias en indígenas del resguardo Cañamomo-Lomapieta, Colombia. *Investigaciones Andina*, 14(24) 414-426.
- Instituto Nacional de Salud Pública (2015). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición .
- Instituto Nacional de Salud Pública (2012). *Diabetes mellitus: La urgencia de reforzar la respuesta en políticas públicas para su prevención y control*.
- Escobedo-de la Peña, J. Buitrón-Granados L.V. Ramírez-Martínez J. C., Chavira-Mejía R., Schargrotsky H., Marcet ,C.B. (2011). Diabetes en México estudio CARMELA. *Cirugía y Cirujanos*, 79, 424-431.
- Federación Internacional de Diabetes (2013). Seguimiento de la política de la reunión de alto nivel de la asamblea general sobre la prevención y control de las enfermedades no transmisibles.
- Freire W.B., Ramírez-Luzuriaga M.J., Belmont P., Mendieta M.J., Silva-Jaramillo M.K., Romero N., Sáenz K., Piñeiros P., Gómez L.F., Monge R. (2014). Tomo I: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. de la población ecuatoriana de cero a 59 años. Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito-Ecuador.
- Lerin P. S. (2017) Recursos institucionales para diabéticos mayahablantes de Tizimín (Yucatán). Carencias y logros en los Grupos de Ayuda Mutua (gam). *Revista pueblos y frontera*, 12(23), 77-98.
- Mora L. O., Pérez, Rodríguez A, Sánchez B. R., Mora Linares L, Puente Maury V. (2013) Morbilidad oculta de prediabetes y diabetes mellitus de tipo 2 en pacientes con sobrepeso y obesos. *MEDISAN*. 17(10), 6095-7001. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v17n10/san111710.pdf>
- Morales C. G. y Pratz A. M. T. (2017). Valoración del riesgo para desarrollar diabetes tipo 2 en población adulta de una comunidad rural en Guanajuato, México. Jóvenes en la ciencia, *Revista de divulgación de la ciencia* 3 (2), 293-296.
- Moreno, A. L., García G.J.J., Urbina C.C. y García, T.G. (2006). Detección de hiperglucemia y factores de riesgo en habitantes de una comunidad rural. *Revista Médica del Hospital General de México*, 69 (3) 149 – 154.
- Norma Oficial Mexicana, NOM-015-ssa2-1994, para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus en la atención primaria. México: Secretaria de Salud; fecha de publicación 18 de enero de 2001.
- Norma Oficial Mexicana, NOM-015-ssa2-1994, para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus. México: Secretaria de Salud: fecha de publicación 20 de octubre de 2009.
- Nowicka P, Santoro N, Liu H. (2011). Utility of hemoglobin A1c for diagnosing prediabetes and diabetes in obese children and adolescents. *Diabetes Care*. 34(6),1306-11
- Organización Mundial de la Salud (2013). Envejecimiento y salud. Nota descriptiva N° 404. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Enfermedades no transmisibles. Nota descriptiva. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/es/>.
- Organización Mundial de la Salud. (2016) Diabetes. http://www.who.int/diabetes/action_online/basics/es/index1.html.
- Palacios A., Durán M., y Obregón O. (2012). Factores de riesgo para el desarrollo de diabetes tipo 2 y síndrome metabólico. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 10.
- Romero J. M. (2010). *Enfermedad arterial periférica*. Medical Dosplus.

- Secretaria de Salud de Santander (2011). *Factores de riesgo para enfermedades crónicas en Santander. Colombia.*
- Shaw, J.E., Sicree, R. A. & Zimmet, P. Z. (2010). Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract*, 87(1), 4-14
- Tébar Massó F. J. y Escobar F. (2010). *La diabetes en la práctica clínica.* Editorial Médica Panamericana.
- Vargas-Uricoechea H. (2015). An Epidemiologic Analysis of Diabetes in Colombia. Cali Valle, Colombia. *Annals of Global Health.* 81(6) 742-753
- Whiting, D. R. (2011). IDF Diabetes Atlas: Global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract*, 94(3),311-21.
- Yu Xu, Limin Wang, Jiang He. (2013). Prevalence and Control of Diabetes in Chinese Adults. *JAMA.* 310(9), 948-959.
- Zvarova K. (2012). New estimates of pre-diabetes and type 2 diabetes prevalence in Mexican Quintana Roo. *International Journal of Diabetes in Developing Countries* 33, 8–12.

LA MEDICINA TRANSFUSIONAL EN MÉXICO: AVANCES EN LA DETECCIÓN DE LA INFECCIÓN POR *Trypanosoma cruzi* POR MÉTODOS MOLECULARES

José Santos Ángeles Chimal¹, Amairani Gutiérrez Reyna¹, Lizeth Rivas Pacheco¹
& Jesús Santa Olalla Tapia¹

I Introducción: los orígenes de la Medicina transfusional

En la actualidad, la medicina transfusional, como parte del área médica de especialización en este campo, es de reciente creación y en México prácticamente surge como una necesidad de actualizar, regular y supervisar el impacto desde cualquier ángulo del acto transfusional entre los seres humanos. Ahora es una disciplina profunda, con uso de desarrollos tecnológicos complejos y sofisticados, lo cual implica la participación coordinada de varias disciplinas tanto del área médica y paramédica, ciencias tan distantes como la mecatrónica, la física, las ciencias computacionales y más recientemente, el impacto de la biología molecular ha sido más que evidente. Este avance no ha sido sencillo y superar ser un área del departamento de hematología, una sección rezagada del laboratorio clínico o el concepto aislado del banco de sangre ha requerido la

¹ Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. Miembros del CA Fisiología y Fisiopatología (UAEMOR-CA-75)

participación y esfuerzo del personal pionero en el desarrollo de la actual medicina transfusional.

I.1 Los pioneros: la contribución de William Harvey

El concepto de infundir sangre de un animal a otro, o incluso al ser humano, o de humano a humano, es una idea muy antigua que se empezó a practicar de forma empírica y sin un fundamento científico. Por lo cual, conocer de manera precisa los antecedentes históricos de las primeras transfusiones es una tarea relevante, sobre todo ante la falta de registros impresos de la época. De acuerdo con Salvatella (2008), las primeras evidencias sobre la práctica de transfusiones datan del siglo XV, cuando al Papa Inocencio VIII, se le transfundió sangre, sin embargo, existen pasajes oscuros que impiden conocer las formas o los mecanismos bajo los cuales se realizó este procedimiento. Estrictamente no se le puede asignar la definición de transfusión a la forma en que se haya hecho llegar sangre al pontífice referido. Según Gilder (1954), posiblemente por vía oral se le hizo beber la sangre de tres jóvenes quienes fallecieron en tal acto, desconociéndose la suerte del pontífice. Este hecho significó el inicio de una práctica incipiente sobre la donación de sangre de un individuo a otro.

Sin duda una aportación importante en la historia y el desarrollo del conocimiento fue el descubrimiento de la circulación de la sangre por William Harvey, hecho que marcó un hito en la historia de la medicina y particularmente en la fisiología experimental. William Harvey se trasladó en 1597 a Padua, Italia, en donde frecuentó inicialmente algunos cursos de Galileo, entonces catedrático en aquella universidad. El 18 de octubre de 1600, fecha de inauguración del año académico, inició la carrera de medicina, graduándose como médico en 1602 y regresó a su patria, en donde trabajó en el hospital londinense de San Bartolomé y, desde 1604, fue miembro del "Royal College of Physicians" (Michelia, 2004). Harvey hizo pública su teoría de la circulación de la sangre entre los animales por primera vez en 1616, en su curso de anatomía (Lumleian lecture), sin embargo, no es sino hasta 1628 que publica su monografía "*Exercitalio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*" (Michelia, 2004).

I.2. Éxito y fracaso de las primeras transfusiones

En el siglo XVII, particularmente entre 1628 y 1680, se vivió una tenaz competencia académica, entre los grupos de científicos de Francia, Inglaterra e Italia a partir de la revolucionaria teoría de la circulación sanguínea propuesta por el inglés William Harvey y la naciente posibilidad de experimentar con ese novedoso tejido líquido rojo.

Como era de esperar, a la luz de los conocimientos actuales en medicina transfusional, las reacciones adversas en los receptores, pronto se presentarían entre otras razones asociadas a: los conceptos de asepsia y antisepsia que no existían en ese entonces, se carecía de sustancias anticoagulantes y es posible que se transfundieran gran cantidad de coágulos y micro coágulos, no existía aun con certeza el conocimiento sobre la función de la sangre, nada se conocía del sistema inmune y los conceptos fundamentales de la teoría celular aun demorarían casi dos siglos más en conocerse y las bases científicas de la individualidad celular asociadas a los antígenos eritrocitarios solo serían conocidos en los inicios del siglo XX.

A continuación, se destacan las contribuciones nodales de aquellos personajes que hicieron posible el desarrollo de la medicina transfusional.

I.2.1. Francesco Folli (1624 – 1685)

De acuerdo con la biografía de Folli, reseñada por el Museo Galileo de Italia (MG), nació en Casentino y obtuvo su doctorado en filosofía y medicina por la Universidad de Pisa en 1648. Folli presentó su procedimiento y equipo de transfusión al Gran Duque Fernando II de Medici (1610-1670). En esta obra Folli, detalla por primera vez la posibilidad de efectuar transfusiones de humano a humano, aun cuando no se tiene la certeza de que realmente lo haya realizado. De Michell e Izaquirre (2002), sitúan tal fecha en 1645, dato poco probable puesto que, en ese momento Folli aún era estudiante en Pisa. Gilder (1954) sitúa este momento en 1654, mientras que los datos biográficos de Folli en el MG, trasladan la fecha hasta el año 1665. Al margen de las especulaciones sobre su reclamo en ser el primero en efectuar una transfusión, sin duda una gran contribución de Francesco

Folli, fue la apuesta a introducir drogas directamente en las venas en lugar de la opción de la vía oral, procedimiento que a partir de entonces cobraría gran relevancia en la práctica médica que al igual que las transfusiones, persiste hasta la actualidad.

I.2.2. Richard Lower (1631-1691)

Richard Lower nació en Tremeer, Cornwall en el Reino Unido y en 1665 se graduó como médico en Oxford (Donovan, 2004). Durante ese tiempo, Oxford era un centro de referencia científica, en la cual la especulación era reemplazada por la experimentación y en sus pasillos era frecuente encontrar a personajes de la talla de Thomas Willis, Robert Boyle, Robert Hooke, Christopher Wren y Thomas Millington. Lower basó sus teorías fundamentalmente en métodos experimentales, como la exanguinotransfusión de animal a animal, experimentando con perros y transfundió sangre de oveja al hombre. Sin duda una contribución fundamental para la naciente medicina transfusional fue la de señalar la relevancia de la transfusión de sangre como terapia de remplazo ante la pérdida de volumen sanguíneo independientemente de su origen. La obra fundamental de Lower fue impresa con el título *“Tractatus de Corde Item De Motu & Colore Sanguinis et Chyli in eum Tranfitu”*, escrito en latín como era tradicional en la época (Donovan, 2004). Lower hacia finales de 1666, redactó una carta a Robert Boyle de la Real Academia Londinense, en la que hizo una detallada descripción de su método. Esta descripción permitiría a principios de enero (Donovan, 2004) o a la mitad del año 1667 (Myhre, 1990) a Jean Denis, en París, realizar la primera transfusión de animal a hombre de la que se tiene registro.

I.2.3. Jean Baptiste-Denis

Bajo el reinado de Luis IX, se había creado la *Academie des Sciences* y como lo refiere Myhre (1990), este monarca a la par de fomentar la ciencia proporcionaba a los científicos pago anual y un espacio para trabajar en el museo de Louvre. Pronto sus resultados del trabajo de Denis en relación con la transfusión de sangre de terneros a perros fueron publicados en la revista *Journaux des Scavans* y eso motivó que apareciera un comentario en relación con su trabajo en la prestigiosa *Philosophical Transactions* de la Real Academia Inglesa de Ciencias.

Denis (1667) realizó la primera transfusión animal a ser humano el 25 de junio, a un joven de aproximadamente 25 años que había sido tratado con sangría terapéutica con sanguijuelas hasta en siete ocasiones. Extrajo aproximadamente 3 onzas² de sangre del paciente y luego le transfundió 9 onzas de sangre de oveja. Denis, sin quererlo, tuvo un segundo mérito, el describir las primeras reacciones adversas a la transfusión. De acuerdo con Myhre (1990), la transfusión fue efectuada en un varón de 34 años aquejado de manía o en la actualidad posibles desórdenes mentales, Antoine Mauroy. El acto transfusional con entre 5 o 6 onzas de sangre de ternero, se desarrolló el 19 de diciembre de 1667. Denis, registró meticulosamente lo que el joven dijo: dolor en el brazo derecho en el que se instaló el sistema primitivo de transfusión. El procedimiento se repitió dos días después y los síntomas de una reacción adversa se hicieron más notables, dolor en la vena del brazo que recibe la transfusión, pulso acelerado, vómito, hemorragia nasal severa, dolor renal y “sensación opresiva en el pecho”. Un día después Mauroy al coleccionar su orina en un vaso, la describió a Denis como “*un color como si se hubiera mezclado con el hollín de una chimenea*”. Dos meses después, aunque con dudas Denis le volvió a realizar otra transfusión y casi de inmediato el paciente presentó convulsiones y falleció un día después. El 7 de febrero de 1668, quedó registrada la fecha del primer fallecimiento como consecuencia del acto transfusional.

A este primer fracaso transfusional documentado seguirían otros, lo que provocó la proscripción de la transfusión por parte de las autoridades civiles y religiosas, a tal grado que durante el siglo XVIII no se documentaron trabajos exitosos sobre transfusiones de cualquier tipo. Pero se reanudaron en el primer tercio del siglo XIX, tanto en Inglaterra como en la Europa continental.

I.2.4. John Henry Leacock (¿? -1828)

En una revisión histórica realizada por Schmidt y Leacock (2002), destaca el trabajo desarrollado por dos investigadores que provenientes de la isla de Barbados, se graduaron

² Onza, de acuerdo con la Real Academia Española, es una unidad de medida antigua, equivalente a la 16va parte de una libra o 28.75g. <https://dle.rae.es>

en Edimburgh, haciendo importantes aportaciones a la naciente teoría transfusional: John Henry Leacock.

John Henry Leacock nació en 1817 y en Edimburgh se graduó como médico, cuatro años después que James Blundell. Su tesis defendida en 1816 versó sobre el tema *“On the Transfusion of Blood in Extreme Cases of Haemorrhage”*. Concluyó acertadamente que la transfusión era recomendable efectuarla entre la misma especie de animal, lo cual podría ser aplicado para los actos transfusionales en los seres humanos (Smith y Leacock, 2002). En este contexto, Leacock, como siglo y medio antes lo hiciera el propio Folli en 1680, sugirió que era posible llevar a cabo la transfusión de humano a humano. Leacock no dejó ningún registro de usos terapéuticos de la sangre entre un donador y un receptor humano. A pesar de que como lo refiere Leacock Jr (Smith y Leacock, 2002), John Henry Leacock, escribió en las conclusiones de su tesis *“...la transfusión de sangre de un hombre para excitar el corazón de otro fue confirmado por mis propios experimentos y de otros colegas”* ...sin embargo, no define a que otros colegas se refería.

I.2.5. James Blundell (1790-1878)

Blundell nació en Londres, el 27 de diciembre de 1790 (Jones y Mackmull, 1928) y murió en su casa el 15 de enero de 1878, a la edad de 87 años (Baskett, 2002). Su educación médica la inició en “The United Hospitals of St. Thomas’ and Guy’s” y posteriormente en 1813, en Edimburgh, obtuvo su título de médico presentando como tesis un estudio de las “Diferencias en los sentidos de la audición y la música” (Jones y Mackmull, 1928). Blundell, en poco más de diez años, documentó diez casos de transfusión de humano a humano, con diferentes resultados. Uno de los primeros casos lo practicó en agosto del 1818, en un paciente en fase terminal con “Scirrhus of the pylorus” (Mc Loughlin, 1959), que, de acuerdo con los conceptos actuales de medicina, bien podría referirse a cáncer de estómago. Por medio de una jeringa le infundió 12 onzas de sangre, con lo cual el paciente logró sobrevivir por más de dos días (50 horas) (Blundell, 1818). Algunos de los testimonios de los pacientes transfundidos, como *“soy tan fuerte como un toro”* (Doubleday, 1825) o *“ella sintió como si la vida le regresara a su cuerpo”* (Blundell, 1829), permitirían que este método fuera popularizándose, hasta llegar incluso a América.

I.3 La medicina transfusional en Norteamérica

A finales del siglo XVIII, incluso antes que, en París, Italia o Inglaterra, en 1795 se le atribuyó a Philip Syng, un médico del estado norteamericano de Filadelfia, el mérito de haber realizado la primera transfusión de sangre de humano a humano (Schmidt, 1968). Pocos años después, en las postrimerías de 1799 William Thornton, quien fuera el arquitecto del capitolio, en Washington DC, se atrevería a sugerir a la familia de George Washington que era posible su resucitación con la transfusión de sangre de cordero. George Washington falleció a consecuencia de una epiglotitis obstructiva y había sido transfundido previamente con medio litro de sangre y cuando fue declarado clínicamente muerto Thornton realizó su ofrecimiento a la familia, siendo esta declinada (Smith y Leacock, 2002).

No obstante, también en este caso persisten pasajes literarios aun no resueltos. De acuerdo con una revisión sobre la historia de las transfusiones de sangre en los Estados Unidos, Schmidt (1968), señala que la atribución de Syng de haber efectuado la primera transfusión de sangre, se debió a una nota al pie de la página de la revista *"Philadelphia Journal of the Medical and Physical Sciences"* que publicada en el año de 1825 (1, tomado de Schmidt, 1968) decía *"Thirty years ago, the experiment of transfusion of blood under precisely the same circumstances as above, was performed by Dr. Physic"*. La nota fue adicionada a un artículo que describía la experiencia de Blundell sobre la transfusión de sangre. Physic, fue en efecto un respetado profesor e incluso fue el médico de cabecera del presidente Jackson además ministro de la suprema corte de justicia, pero no publicó ningún trabajo relacionado con las transfusiones o algún otro tema relacionado con la medicina. Posteriormente se supo que la nota, fue adicionada por los editores de la revista, alumnos del propio Dr. Physic (Schmidt, 1968).

I.3.1 Siglo XIX: el caso de México

El momento histórico de la primera transfusión en México, es un tema controversial, pues no existe un documento que, como tal, evidencie la realización de tal hecho en el siglo XIX. Varios autores señalan el año de 1845 y le atribuyen al médico guanajuatense Matías D. Beistegui (De Michel e Izaguirre, 2002) ó Matías Genaro Beistegui García

(Murillo-Godínez, 2019) y a Francisco Javier Vértiz el mérito de haber llevado a cabo en el país el primer acto transfusional en una mujer aquejada de hemorragia puerperal siguiendo el método de Blundell. En esta referencia histórica es donde surge la primera controversia pues no está claro si ambos autores hacen referencia al mismo personaje, Matías D. Beistegui o Matías Genaro Beistegui García y tampoco definen cuál de los sistemas desarrollados por Blundell, se empleó para tal transfusión.

Tal referencia histórica se vuelve un poco más complicada cuando para Ramos y Viesca (2019), aun cuando reconocen la participación de Francisco Javier Vértiz, sustituyen la figura de Matías D. Beistegui o Matías G. Beistegui por la persona de Pablo Martínez del Río. No obstante, el mismo autor hace una reseña reconociendo la trayectoria en la historia de la medicina mexicana específicamente de Matías D. Beistegui destacando su participación como un pionero de la cirugía mexicana por haber realizado una cirugía compleja generando un ano artificial en un niño, practicada en 1846.

Al hacer una búsqueda retrospectiva, en nota comentada por Paz (1888) y por el escritor Guillermo Prieto (1885) refieren que en la primera mitad del siglo XIX a fin de regularizar la práctica médica se cancelaron las actividades del Real Tribunal del Protomedicato y en su lugar se creó, en 1833, el Establecimiento de Ciencias Médicas, cuyos egresados, formaron parte de la primera generación de médicos diplomados a quienes pronto la sociedad de la época los calificó como “médicos ecuestres”, ya que se distinguían por cabalgar con su frac azul de botón dorado y quienes desinteresadamente acudían al llamado de sus pacientes a cualquier hora del día o de la noche. D. Beistegui fue uno de los más destacados médicos ecuestres. Por lo tanto, no es de extrañar que una de las principales notas periodísticas de la época hace referencia, como lo narra Agostoni (2008) haciendo referencia a Rivera (1971), sobre el asesinato del 2 de marzo de esa anualidad del médico Matías D. Beistegui, noticia que causó gran revuelo en México en 1852.

En cualquier caso, los nombres de Matías D. Beistegui, Matías Genaro Beistegui García, Francisco Javier Vértiz o Pablo Martínez del Río siguen siendo consideradas como figuras pioneras en la medicina mexicana, aun cuando no existe hasta el momento ningún

registro que constate la veracidad de su participación en actos transfusionales, lo cual excede los fines del presente documento.

I.3.2 Siglo XX

A principios del siglo pasado, el 5 de febrero del año 1905 fue inaugurado el Hospital General de México por el presidente Porfirio Díaz, con la presencia del Dr. Liceaga y su primer director, el Dr. Fernando López (HGM, 2019a). Según Alfaro (1950), fue justamente en esta institución donde en 1924 y no en 1925 como lo señalan otros autores (HGM,2019b), se practicaron las primeras transfusiones con el objetivo de integrar el equipo de personal para proceder con éxito a la cirugía digestiva mayor. En este contexto el Dr. Abraham Ayala González practicó la primera con 200 mL de sangre citratada. En su trabajo "Consideraciones sobre veinticinco años de transfusión de sangre en el Hospital General", el propio Alfaro (1950) comenta como en esos días los familiares se mostraban muy renuentes a dejarse extraer sangre, la donaban las afanadoras, las enfermeras, los estudiantes y él mismo, porque en ese entonces, dice, se tenía mucha caridad por los enfermos.

Los siguientes datos históricos son mencionados en el Manual de Organización del Centro Nacional de la Transfusión Sanguínea (CNTS), donde se especifica que, en 1931, se instaló un Servicio de Transfusión Sanguínea en el Hospital Español. En 1932, fue fundado un Centro de Transfusión Sanguínea en el Hospital Juárez y se formulan las XX (veinte) Reglas para la Transfusión de Sangre (CNTS, 2012), mientras que en el HGM se crea su propio servicio de transfusión, donde los actos transfusionales se efectuaban de brazo a brazo. Años después, en 1935 recibe el nombre de "Banco de Sangre" (HGM, 2019b) término que muy pronto se socializaría en todo el país, que no ha perdido su vigencia y para la población general, permite ubicar a los establecimientos donde se efectúa la recolección de sangre humana con fines terapéuticos.

El Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubiran (INCMNSZ), inició sus operaciones el 12 de octubre de 1942 con el nombre de Hospital de Enfermedades de la Nutrición siendo su primer director el Dr. Salvador Zubirán Anchondo, quien delega en el Dr. Luis Sánchez Medal la jefatura del departamento de hematología

del cual dependía el servicio de Banco de Sangre. En 1952, se comienzan a emplear los frascos de cristal cerrados al vacío y a utilizar como anticoagulante Adenina, Citrato y Dextrosa (ACD). En 1981, la denominación cambiaría primero por Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán y en el año 2000 por su actual denominación (INCMNSZ, 2019).

Por el año 1944, recién establecido, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) creó su primer Banco de Sangre que se ubicó en el Sanatorio No. 1 y empleaban frascos de vidrio para la recolección de la sangre, con la técnica de “Sistema Abierto”. Posteriormente, en la década de los 50s, el IMSS contaría con su propio banco de sangre en el hospital “La Raza”, en ese momento, la institución contaba ya con una serie de sanatorios y se estableció el banco para dar servicio a las unidades operativas del Instituto, creándose en ellos “Centros o Servicios de Transfusión”, para almacenar y proporcionar los componentes en forma (Ambriz-Fernández, 2002 y Ambriz, 2011).

En relación a la regulación del funcionamiento de los nacientes servicios incluidos ahora en la Medicina Transfusional, en 1954, se logra incluir en el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, el requisito de contar con un médico responsable para el buen funcionamiento de los Bancos de Sangre (CNTS,2012) y en 1961, a propuesta del Consejo General de Salubridad, el presidente Adolfo López Mateos emitió el decreto del primer Reglamento de Bancos de Sangre y Servicios de Transfusión (SSA,1961). Este reglamento reconoce dos tipos de establecimiento, el de banco de sangre y/o servicio de transfusión, así como la necesidad de contar con licencia sanitaria y un médico responsable del servicio.

Casi de forma simultánea, en el IMSS, cuando se inicia la actividad de los hospitales que conformarían el Centro Médico Nacional (CMN), en mayo de 1962, se inaugura el Banco de Sangre del Centro Médico Nacional, bajo la coordinación del Dr. Héctor Rodríguez Moyado (Ambriz-Fernández, 2002 y Ambriz, 2011).

A partir de la década de los 70s, la SSA, lanza un plan para promover la donación de sangre por medio del Programa Nacional de Donación de Sangre (PRONADOSA), el cual contempla la formación de clubes de donantes y diferentes actividades académicas como el seminario “Optimización del uso de la sangre” en el marco del VII aniversario de PRONADOSA (SSA, 1977). Hasta ese momento la donación de sangre tenía un carácter

remunerativo y prácticamente no existía un control estricto desde el punto de vista sanitario del posible donante de tejido hemático como tampoco sobre la frecuencia con la cual se podrían hacer las donaciones. Cada una de las instituciones, públicas o privadas de atención médica existentes en ese momento en el México de finales del siglo pasado, generaban su propios procedimientos, criterios y requisitos para la donación de sangre.

Finalmente, el 24 de noviembre de 1982, se crea el Centro Nacional de la Transfusión Sanguínea (CNTS) como un organismo desconcentrado, dependiente de la Secretaría de Salud y con la finalidad de elaborar y expedir normas oficiales mexicanas para la organización y funcionamiento de los servicios transfusionales, así como coadyuvar con la vigilancia de su cumplimiento en coordinación con las unidades administrativas competentes; promover y supervisar las campañas de captación voluntaria de sangre del Sistema Nacional de Salud, así como establecer y aplicar procedimientos para facilitar, en todo el territorio nacional, la obtención de sangre, componentes sanguíneos y de células progenitoras hematopoyéticas con fines terapéuticos; fungir como apoyo técnico normativo y brindar asesoría en la organización, desarrollo y desempeño de la Red Nacional de los Centros Estatales de la Transfusión Sanguínea; así como establecer un registro para el censo de servicios de medicina transfusional, en coordinación con las unidades administrativas competentes (CNTS, 2019).

Los establecimientos de la Medicina Transfusional son divididos de acuerdo con su complejidad en las siguientes categorías:

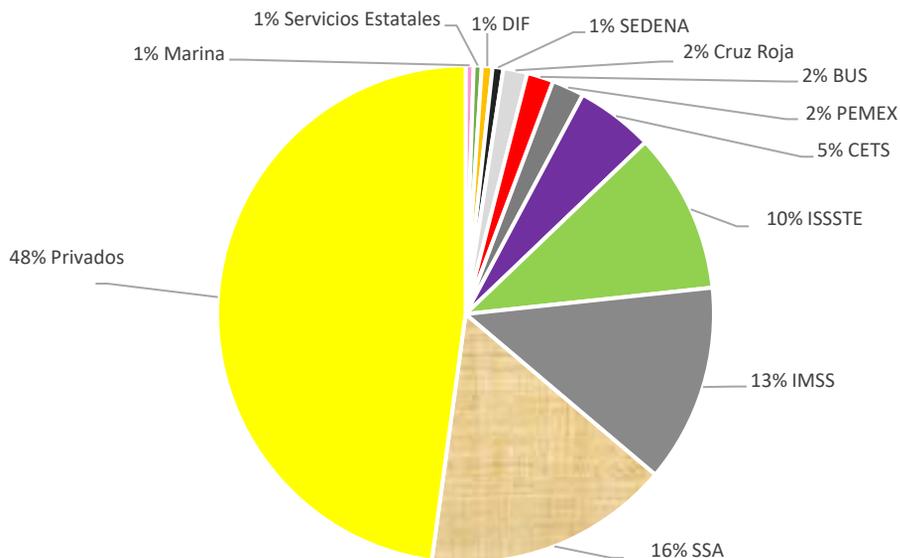
- a) Banco de sangre (BS): Establecimiento autorizado para obtener, recolectar, analizar, fraccionar, conservar, aplicar y proveer los componentes de esta.
- b) Puesto de sangrado (PS): Establecimiento móvil o fijo, que cuenta con los elementos necesarios exclusivamente para extraer sangre de donantes de sangre humana y que funciona bajo la responsabilidad de un banco de sangre autorizado.
- c) Servicio de transfusión (ST): El establecimiento autorizado para el manejo, conservación y aplicación de la sangre humana y sus componentes, obtenidos de un banco de sangre.
- d) Mixto (PS y ST): con características aditivas de los incisos b y c.

2 Bancos de sangre en el territorio nacional

De acuerdo con el padrón de Bancos de Sangre autorizados en la República Mexicana, hasta diciembre del 2018, se tenía un censo de 571 establecimientos dedicados a la recolección de sangre humana con fines terapéuticos. La prestación del servicio se encuentra centralizado en las instituciones públicas y las privadas, cubriendo el 52 y el 48%, respectivamente (Figura 1).

Figura 1.

Establecimientos autorizados para brindar el servicio de Banco de Sangre por tipo de Institución. Elaboración propia con datos del CNTS año 2018.



2.1 Banco de sangre del sector público

La atención se encuentra actualmente distribuida de la siguiente forma: los 92 bancos de sangre dependientes de la Secretaría de Salud representan el 16% de los establecimientos a nivel nacional, precedido por el sistema IMSS e ISSSTE 13% y 10%. El Sistema de Centros Estatales de la Transfusión Sanguínea (CETS), escasamente cubren el

5% con 29 establecimientos autorizados, prácticamente uno para cada estado de la federación. El resto de las instituciones públicas con servicio de banco de sangre corresponde al Sistema de Hospitales de Petróleos Mexicanos (PEMEX) 2%; Banco Universitario de Sangre 2%; Cruz Roja Mexicana 2%, Secretaria de la Defensa Nacional y Marina Armada de México con 1% y 0.5 % respectivamente; Desarrollo Integral de la Familia y Servicios Estatales 1% y > 1%.

2.2 Banco de sangre del sector privado

Es importante destacar la participación de la iniciativa privada en la operación de casi la mitad de los bancos de sangre en el territorio nacional (48%) y que usualmente se encuentran asociados a hospitales del sector privado, en cuyo caso es importante idear y desarrollar políticas administrativas a fin de no contravenir la gratuidad y altruismo de la Norma Oficial Mexicana NOM-253-SSA1-2012, para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos que a la letra dice:

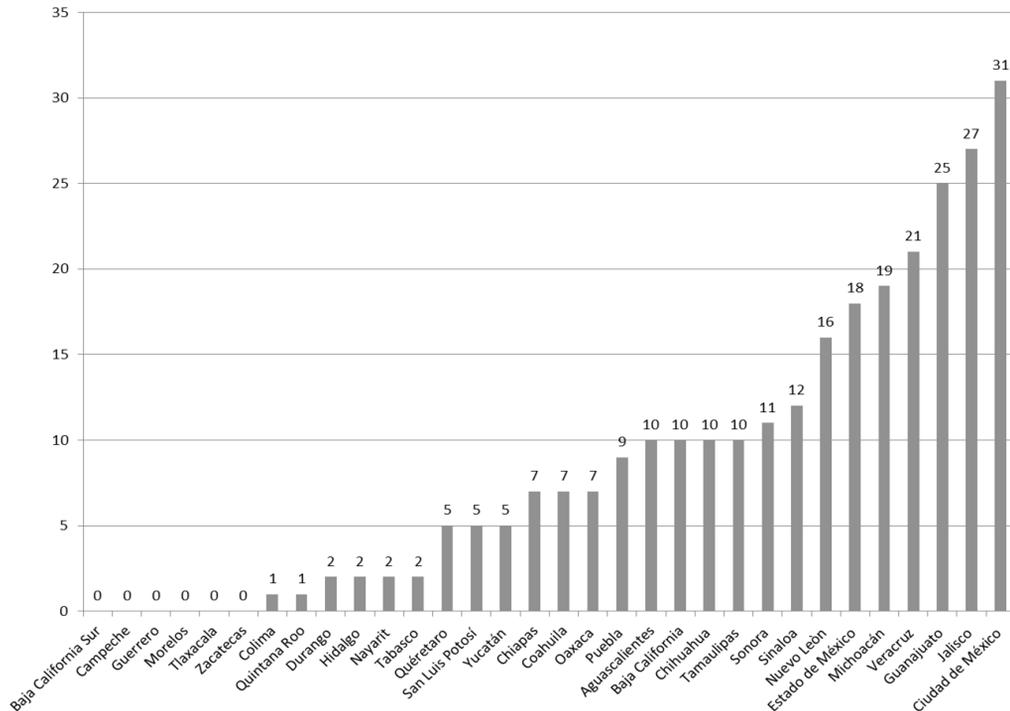
4.10 Toda donación de sangre o componentes sanguíneos deberá ser voluntaria, libre de coacción y no remunerada. No deberá otorgarse al donante pago alguno, tanto en dinero en efectivo ni en formas equivalentes.

No se considerarán como pago el refrigerio que se les da después de la donación, el pago de los costos estrictamente necesarios para el traslado al sitio de la donación o pequeños obsequios tales como bolígrafos, prendedores promocionales y otros artículos semejantes.

Los estados de la República que concentran el mayor número de establecimientos privados (Figura 2) son la Ciudad de México con 31, Jalisco 27, Guanajuato 25, Veracruz 21, Michoacán 19, Estado de México 18, Nuevo León 16, Sinaloa 12, Sonora 11 y Tamaulipas, Chihuahua, Baja California, y Aguascalientes con 10. El estado de Puebla 9; Oaxaca, Coahuila y Chiapas 7; Yucatán, San Luis Potosí y Querétaro con 5. Tabasco, Nayarit, Hidalgo y Durango con 2. Quintana Roo y Colima, solo tienen un BSP cada uno. Los estados que no cuentan con el servicio privado de Banco de Sangre a la fecha son, Morelos, Guerrero, Tlaxcala, Zacatecas, Campeche y Baja California Sur.

Figura 2.

Bancos de sangre privados por estado. Elaboración propia con datos del CNTS año 2018. Elaboración propia para este reporte.



3 La medicina transfusional en el estado de Morelos

De acuerdo con Laval (2012), los hospitales de sangre fueron establecimientos de atención médica cercanos a sitios de un conflicto bélico. En Morelos, un nosocomio con estas características fue creado en la ciudad de Cuautla, durante la revolución mexicana por instrucciones del prócer revolucionario, el General Emiliano Zapata Salazar, encargando al Dr. José G. Parres esta misión (López, 1980). Posterior al conflicto revolucionario y pocos años después del cese de las hostilidades, en 1935 se creó el Hospital de Sangre de Cuernavaca, ubicándose en la Avenida José María Morelos y Pavón No. 263 del Centro Histórico de Cuernavaca (Toledo-Saavedra, 2019). Este nosocomio sería popularmente conocido años después como el Hospital Civil de Cuernavaca, que, dada la ubicación geográfica de la ciudad capital y su cercanía a la ciudad de México, pronto se

convirtió en un punto de referencia para la atención de pacientes de los municipios de los estados de Puebla, Guerrero y el Estado de México, colindantes con Morelos.

El Dr. Arturo Claudio Toledo Saavedra, en referencia al Hospital Civil, menciona “En 1985, como jefe de los servicios médicos del Estado, invité el Dr. Julio Jesús Chávez Vela, para que se hiciera cargo del banco de sangre del Hospital Civil, siendo de esta forma el segundo banco de sangre institucional en funcionamiento en el Estado de Morelos después del establecimiento de la Cruz Roja en Cuernavaca. Además, entre 1985 y 1986, se logró contar con el primer equipo en México para el rastreo de anticuerpos contra el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH) y demostrar que un producto que se producía y comercializaba en Morelos, la gammaglobulina humana, estaba contaminada con el VIH. Notificado este hecho a las autoridades correspondientes, se tomaron las medidas pertinentes para impedir que más población morelense y de otras entidades estuviera en riesgo de infección con el VIH como consecuencia del uso de la gammaglobulina”.

En conversación con el Dr. Julio Jesús Chávez Vela y el desarrollo de la medicina transfusional en el Estado señala “En efecto, en 1985, me correspondió la responsabilidad de iniciar las actividades del banco de sangre del Hospital Civil de Cuernavaca, era un banco muy primitivo, con escasos procedimientos, material y equipamiento. Las pruebas de compatibilidad, que en ese entonces eran procesadas por los médicos internos de pregrado, se reducían al grupo sanguíneo del donante y del receptor. Sin contar con los sistemas de conservación adecuados, a menudo el refrigerador de uso doméstico congelaba la sangre. Sin embargo, me formé como residente de las especialidades primero de medicina interna y luego en hematología en el Centro Médico Nacional y como consecuencia conocía muy bien el funcionamiento del banco de sangre a cargo del Dr. Héctor Rodríguez Moyado. Por lo cual, una de mis primeras ocupaciones y preocupaciones fue poner orden con las limitantes del momento, en el incipiente banco de sangre del Hospital Civil. Esto nos permitió hacer la gestión necesaria para que a México llegaran los primeros cuatro equipos para la detección de anticuerpos contra el VIH. Estos se destinaron uno para el CMN, otro para el Hospital Naval Militar, otro para el hospital civil de Guadalajara, y uno más para nuestro Hospital Civil. Además, con todos los reactivos necesarios. De esta forma, además de efectuar el primer tamizaje de Anti-VIH entre los donadores, nos permitió hacer un cribado entre población con prácticas de riesgo, adictos,

meretrices, alcohólicos y población de estudiantes” (Chávez-Vela, 2019). Esta actividad fue desarrollada hasta diciembre de 1988, puesto que, a partir de enero de 1989, la estafeta sería cedida al recientemente creado Centro Estatal de Hemoterapia, en la actualidad CETS de Morelos.

3.1 Centro Estatal de la Transfusión Sanguínea

A partir de 1988, se inició la creación de los Centros Estatales de Hemoterapia, cuya denominación pronto se transformaría en Centro Estatales de Transfusión Sanguínea (CETS), como se le conocen en la actualidad con el objetivo de coadyuvar en ampliar a nivel nacional las acciones de control y vigilancia sanitaria en materia de medicina transfusional.

En este marco de acciones, el 16 de septiembre de 1988, se crea el Centro Estatal de la Transfusión Sanguínea de Morelos y se ubicó en el interior del antiguo Hospital Civil de Cuernavaca, en el domicilio que hoy tiene el Centro Morelense de las Artes (CEMA). Con funciones similares al CNTS, pero a nivel estatal, constituyó un parteaguas para el desarrollo de la Medicina Transfusional en Morelos, siendo uno de sus principales retos el unificar los criterios médicos de selección del candidato a donador de sangre humana, disminuir y eliminar la práctica de la donación remunerada, optimizar el uso de los componentes de la sangre y regularización sanitaria de los establecimientos médicos públicos o privados donde se practicaban actos transfusionales.

De acuerdo con el registro de la Comisión para la Protección Contra Riesgos Sanitarios del Estado de Morelos (COPRISEM), de los más de 110 establecimientos autorizados a la fecha, el 3% corresponde a cuatro Bancos de Sangre (Figura 3), de los cuales tres están ubicados en la capital del Estado: a) Centro Estatal de la Transfusión Sanguínea, b) Cruz Roja Mexicana Delegación Cuernavaca y c) Hospital General Regional de Zona No. 1 (HGRZ) del IMSS. Mientras que en el municipio de Emiliano Zapata se encuentra ubicado el banco de sangre del Hospital Regional Tipo B “Centenario de la Revolución Mexicana” del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales del Estado de Morelos (ISSSTE), no existen puestos de sangrado móviles o fijos y los ST representan el 97% restante.

Figura 3.

Localización de los bancos de sangre en el Estado de Morelos. (A) Banco de Sangre del Centro Estatal de la Transfusión Sanguínea. Avenida Domingo Diez esquina Gómez Azcarate, Col. Lomas de la Selva. CP Cuernavaca, Mor. (B) Banco de Sangre del Hospital Regional de Zona No.1 del IMSS. Avenida Plan de Ayala No., Cuernavaca, Morelos. (C) Banco de Sangre del Hospital Regional Tipo B, "Centenario de la Revolución Mexicana" del ISSSTE. Avenida Universidad 100 Col. Palo Escrito. Emiliano Zapata, Morelos y (D) Banco de Sangre de la Cruz Roja Mexicana. Avenida Rio Mayo No. Col. Los Volcanes, Cuernavaca, Morelos.



(A) Centro Estatal de la Transfusión Sanguínea



(B) Hospital General de Zona No.1 con Unidad de Medicina Familiar No. 5 del IMSS



(C) Hospital Regional Tipo B Centenario de la Revolución Mexicana del ISSSTE



(D) Cruz Roja Mexicana, Delegación Cuernavaca

Por su ubicación geográfica, el 38% de los establecimientos (BS, PS o ST), se localizan en el municipio de Cuernavaca, mientras que en la región oriente del estado el 23% distribuido entre los municipios de Cautla (20%), Axochiapan (2%), Tlayacapan (1%), Jonacatepec (1%). En los municipios de Jojutla y Yauatepec se concentra el 8 y 7%, respectivamente. Mientras tanto, municipios como Jiutepec y Temixco tienen análogamente el 6% de los establecimientos. El 16% restante se distribuye entre los municipios de Zacatepec Puente de Ixtla, Xochitepec, Huitzilac, Tetecala, Tlaltizapán, Tlaquiltenango, Tepoztlán y Xoxocotla.

3.2 El Laboratorio de Medicina Transfusional Experimental de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos

El laboratorio 12 o de Medicina Transfusional Experimental, como espacio físico fue recibido en junio del 2009, en la administración del Dr. Rodolfo Gatica Marquina, sin embargo, es hasta el año 2010 en que se comienzan a recibir a los primeros estudiantes para realizar servicio social, estancias de investigación o tesis profesional de licenciatura o posgrado. En su mayoría procedentes de otras DES de la UAEM o externos como la Universidad Politécnica.

El laboratorio se ha consolidado, lo que ha permitido obtener reconocimientos a nivel nacional e internacional, fortalecido en el 2016, al realizar una estancia en los Bancos de Sangre de la comunidad de Madrid, España; de Bogotá, Colombia y en el 2017, en el Banco de Sangre Provincial de la Habana, Cuba.

Las distinciones que nuestro grupo ha recibido, en su mayoría son del área de medicina transfusional, de entre las cuales se destacan:

- 1er Lugar, sesión de trabajos libres, II Congreso Internacional de Vectores (Hemíptera: Reduviidae: Triatominae) y del *Trypanosoma cruzi* y II Simposio Internacional sobre la Enfermedad de Chagas. Identificación del linaje de *Trypanosoma cruzi* en donadores de sangre del estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México. Diciembre del 2016.
- 1er Lugar. 15 th International Society for Apheresis Congress y XIII Congreso de la Asociación Mexicana de Medicina Transfusional. Detección del linaje TCII de *Trypanosoma cruzi* en donadores de sangre humana del estado de Morelos. Cancún, Quintana Roo, mayo del 2015.
- 2º Lugar, protocolos de investigación, 2º encuentro de jóvenes investigadores de Morelos. Diagnóstico molecular para la detección de *Trypanosoma cruzi* en donadores de sangre serológicamente negativos del Hospital Dr. Rafael Barba Ocampo de la ciudad de Cuautla, Morelos. Cuernavaca, Morelos, 2014.
- 1er Lugar, reconocimiento al mérito estatal de investigación, dirección de la mejor tesis de licenciatura. Gobierno del Estado de Morelos. Identificación de linajes de

Trypanosoma cruzi en donadores de sangre del Estado de Morelos Cuernavaca, Morelos, 2013.

- 1er Lugar en el III Encuentro Nacional de los Hospitales de Alta Especialidad del ISSSTE. Relación del índice de masa corporal con la concentración sérica de triglicéridos en donadores de sangre humana. México, D.F. 2009.
- 2º lugar en el III Congreso Iberoamericano de Banco de Sangre y Medicina Transfusional. Factor VIII humano de la coagulación sanguínea en leche de bovinos transgénicos. Manzanillo, Colima, 1999.

3.2.1 Líneas de investigación

Hasta el momento, el laboratorio “Medicina Transfusional Experimental”, es el único laboratorio con este enfoque en las Instituciones pertenecientes a la ANUIES y las principales líneas de investigación que desarrollan son: (a) Diagnóstico: Genotipificación en los sistemas de hemoclasificación, desarrollo de procedimientos de análisis de ácidos nucleicos para la detección de agentes infecciosos; (b) Sustitutos de los componentes sanguíneos: buscar y/o diseñar alternativas para sistemas de sustitución de los componentes sanguíneos (CE, CP, PFC, Crio, EPO) y; (c) Hemovigilancia: predicción del riesgo de desarrollo de enfermedades complejas y el donador de sangre humana como modelo del genoma diabetesogénico en Morelos.

Estas líneas de investigación forman parte de la LGAC del CAFF, del cual forma parte nuestro grupo de investigación y permiten reconocer en el CDSH o DSH cómo una persona que puede aportar gran cantidad de información sobre los aspectos epidemiológicos de las enfermedades no transmisibles y transmisibles, más allá de los criterios que obligatoriamente son señalados en la NOM-253-SSA1-2012, para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos referentes a la selección de CDSH, sistemas de hemoclasificación y cribado de anticuerpos contra marcadores serológicos.

3.2.2 Vinculación de estudiantes de la Facultad con la investigación del LMTE y apoyo a la comunidad

En el LMTE se reciben estudiantes de los Programa Educativo de Médico Cirujano (PEMC) y de Maestría en Medicina Molecular (PEMMM), en ambos casos de la Facultad de Medicina, además de los Programas Educativos de Ciencias Biológicas (PELCB), Ingeniería en Ciencias Químicas (PEICQ) y Licenciatura en Nutrición (PELN) o estudiantes procedentes de escuelas, facultades o centros externos a la UAEM, nacionales o extranjeros. La participación puede ser para cumplir con su servicio social, residencias académicas, estancias cortas de investigación o desarrollo de tesis profesional a nivel de licenciatura o posgrado.

Las actividades de los estudiantes en cualquier nivel de participación han estado encaminadas a cubrir las tres líneas de investigación del LMTE mediante:

- Auscultación médica del candidato a donador de sangre humana en el BS del CETS y en los consultorios de la FMUAEM en Cuernavaca, del entonces PS y ST de la Clínica Hospital Dr. Rafael barba Ocampo del ISSSTE, en la ciudad de Cuautla, Morelos.
- Auscultación médica de los voluntarios no candidatos a donador de sangre humana en los consultorios de la FM UAEM o en comunidades de Morelos o de otros estados de la Federación.
- Aplicación de cuestionarios y toma de datos somatométricos y signos vitales.
- Toma de muestras de sangre periférica.
- Tomas de datos de composición corporal por bioimpedancia.
- Preparación de alícuotas.
- Desarrollo de procedimientos de química clínica y microbiológica.
- Desarrollo de procedimientos técnicos en biología molecular, serológicos y de inmunohematología.

A continuación, se destaca la participación de los estudiantes adscritos al LMTE en relación con la línea de investigación, referente al desarrollo de procedimientos diagnósticos, por el análisis de ácidos nucleicos para su implantación tanto en el banco de sangre en el cribado de los CDSH, como en población abierta derechohabiente o no de algún sistema de atención médica.

3.3 Protocolo: “Diagnóstico molecular de la infección por *Trypanosoma cruzi*”

3.3.1 Implementación del protocolo en los bancos de sangre

Con sede en el LMTE, se ha desarrollado a partir de la estandarización de un procedimiento (Ángeles et al., 2013 y Garduño, 2013) de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) en 1000 DSH de la región oriente (Barranco, 2009), en el entonces PS y ST de la Clínica Hospital Dr. Rafael Barba Ocampo del ISSSTE (Figura 4), como en la zona centro sur (Ángeles et al., 2016) en el BS del CETS ubicados en los municipios de Cuautla y Cuernavaca, Morelos, respectivamente. Particularmente para la región oriente del estado, como se muestra en la figura 5, se encontró una prevalencia del 2% entre los donadores serológicamente negativos, pero PCR positivos (Herrera et al., 2019).

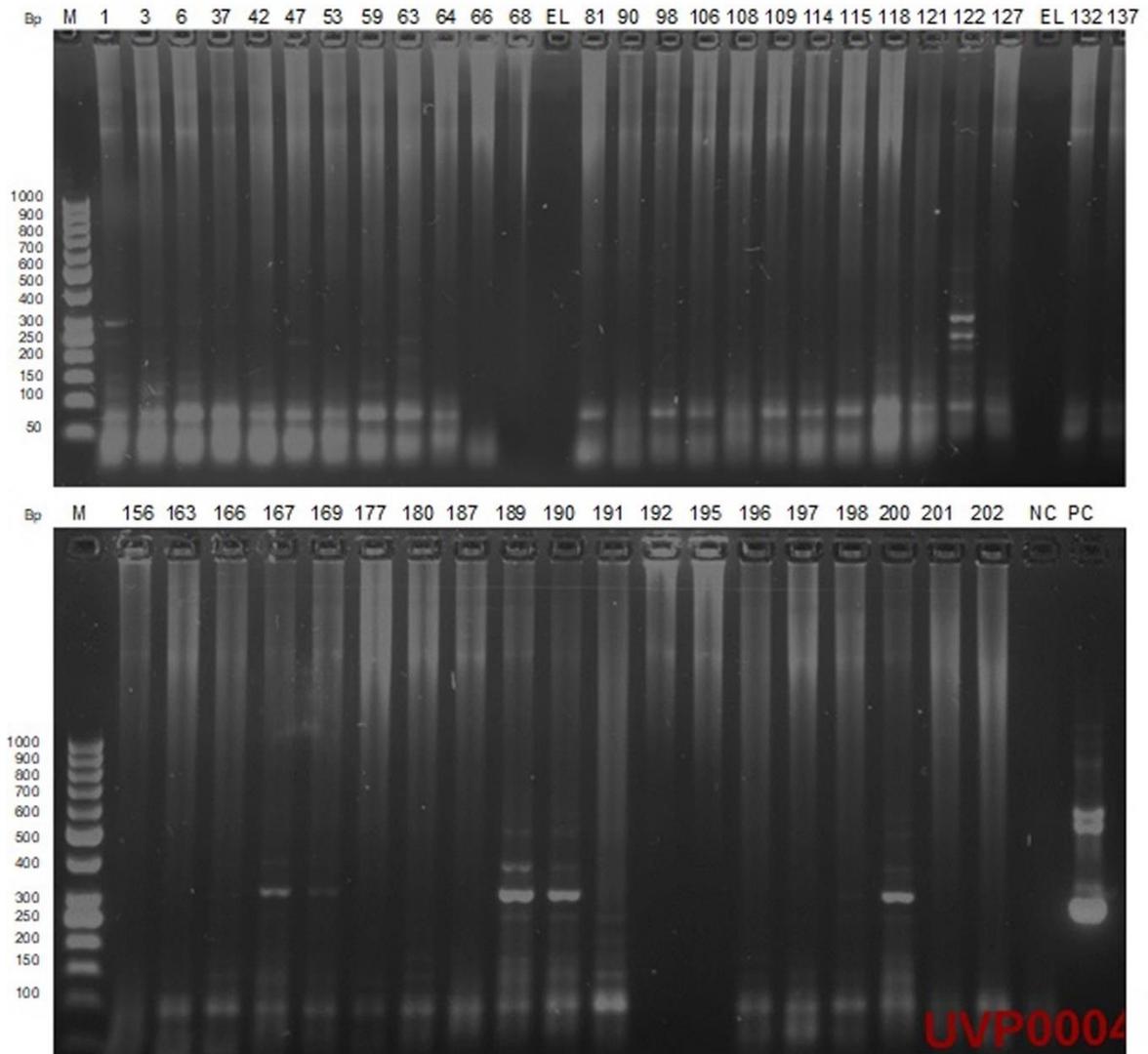
Figura 4.

Levantamiento de medidas somatométricas en los CDSH del PS y ST de la Clínica Hospital Dr. Rafael Barba Ocampo (ISSSTE) en la ciudad de Cuautla, Morelos. En la Imagen la Biol. Maritza Barranco Barreto tesista del PELCB. Fotografía cortesía de JACH.



Figura 5.

Productos de amplificación de 10 casos positivos confirmadas y 45 casos positivos. Los números identifican las muestras correspondientes a los CDSH. Gel de agarosa al 2% teñido con bromuro de Etidio y separados por electroforesis. M, marcador de peso molecular 50 pb DNA; EL, carril vacío; NC, control negativo; PC, control positivo TcI; carriles 1, 122, 167, 169, 189, 190 and 200, muestran un amplicon de 330 pb. Los carriles 3 y 6, muestran una amplificación muy fina (modificado de Herrera et al., 2019).



Adicionalmente, en el banco de sangre del CETS, con la participación de estudiantes tanto de licenciatura como de posgrado para su contribución desde la entrevista médica, toma de medidas somatométricas, el procesamiento de las pruebas serológicas, el fraccionamiento de los componentes de la sangre y el diagnóstico molecular (Figura 6), a partir del análisis de 121 muestras positivas con TcS35-36 de DSH (3 con resultado serológico repetidamente reactivo y 118 negativo), se identificó y confirmó la presencia del genoma de *T. cruzi* mediante el PCR anidado solo en 14 muestras (12%), el 100% de los DSH serológicamente reactivos fueron positivos con el PCR anidado. En general el 50% (7/14) amplificaron para linaje TcI, el 14.2% (2/14) para TcII y el 38.5% (5/14) mostraron infección mixta con TcI y TcII (Garduño, 2016) siendo georreferenciados los casos como se muestra en la figura 7 (Ángeles et al., 2016 y Garduño 2016). En esta se destacan los municipios del estado de Morelos donde se identificó TcI: Temixco, Yautepec, Axochiapan, Zapata, Coatlán del Río, Tlaquiltenango, Yecapixtla, Cuernavaca, Puente de Ixtla, Cuautla y Jiutepec, mientras que TcII se encontró en Temixco, Yautepec, Zapata, Cuernavaca y Jiutepec, mientras que las infecciones mixtas en Temixco, Yautepec, Zapata y Cuernavaca (Garduño, 2016).

Figura 6.

Preparación de alícuotas a partir de muestras de sangre periférica de donadores de sangre humana. Laboratorio de Serología del Banco de Sangre del CETS con la participación de las alumnas del PEMMM: Kistel Melanie Salgado Balderas y Daniela Monter Arteaga. Fotografía cortesía de JACH.

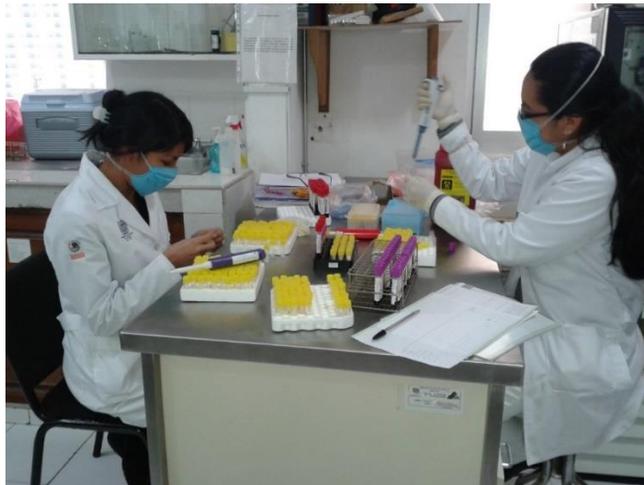


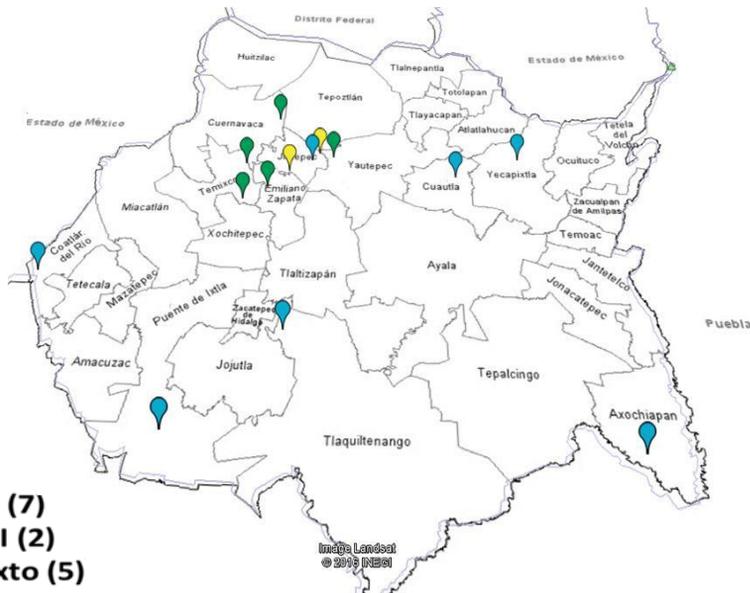
Figura 7.

(A) Distribución geográfica de donadores PCR TcS 35-36 positivos en el Estado de Morelos, cada punto representa un donador y (B) distribución geográfica de linajes de *T. cruzi* en el Estado de Morelos. En azul los 7 casos que presentaron TcI, en amarillo los casos que presentaron TcII y en verde, los casos de infección mixta con TcI y TcII (modificado de Garduño, 2016).

(A)



(B)



3.3.2 Implementación del protocolo en comunidades de área endémica para la enfermedad de Chagas

Dada la importancia de los hallazgos antes descritos, de 2% de positividad por PCR y serología negativa, se decidió ampliar el estudio a población abierta o de libre demanda en 500 voluntarios (Ángeles et al., 2019). Para lo cual se programaron visitas de campo y trabajo en comunidades de área endémica tanto de Morelos como del estado de Querétaro, programándose tres campañas de detección tanto de anticuerpos contra *T. cruzi*, como de análisis molecular. La primera en septiembre y octubre del 2016 en Telixtac, localidad del municipio de Axochiapan, Morelos (Figura 8 y 9). La segunda en octubre del 2017 en la localidad de Panales, municipio de Tolimán, en el estado de Querétaro y la tercera entre mayo y agosto del 2018 en el municipio de Xochitepec, Morelos (Figura 10).

Los resultados parciales obtenidos hasta la fecha del 2 y 9% de positividad por PCR (Figura 11) y serología negativa entre DSH y población abierta respectivamente (Bastidas, 2019 y Ángeles et al., 2019) nos han permitido demostrar la necesidad de revisar la utilidad del ensayo de quimioluminiscencia para el tamizaje de anticuerpos contra *T. cruzi*, bien sean donadores de sangre humana o personas que requieren de un diagnóstico ante la sospecha de infección con el parásito *T. cruzi*.

Figura 8.

Campaña interinstitucional de detección de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi*. Localidad de Telixtac, municipio de Axochiapan, Morelos (02/10/2016). (A), De atrás hacia adelante, Kenia Lizeth Bastidas Leal (Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM); Marcela Belén Lara Padilla (Hospital de Alta Especialidad, Centenario de la Revolución Mexicana, ISSSTE); Marco Antonio Becerril (estudiante FM-UAEM); TUM. Erick Hervey González (Instituto Mexicano del Deporte, INMEDEP); MPSS. Mariela Ángeles Salazar (FM-UAEM) y Dr. José Ángeles Chimal (PITC-FM-UAEM). (B), José Luis Escalera (estudiante FM-UAEM). En el segundo plano MPSS. Fotografías, cortesía JACH.



Figura 9.

Apoyo de estudiantes de la Facultad de Medicina en la campaña de detección de anticuerpos contra *T. cruzi* en la localidad de Telixtac, municipio de Axochiapan, Morelos. 2 de octubre del 2016. (A) Marco Antonio Becerril Ocampo, estudiante del 4to semestre y (B) Mariela Ángeles Salazar, médico pasante. Fotografías cortesía JACH.



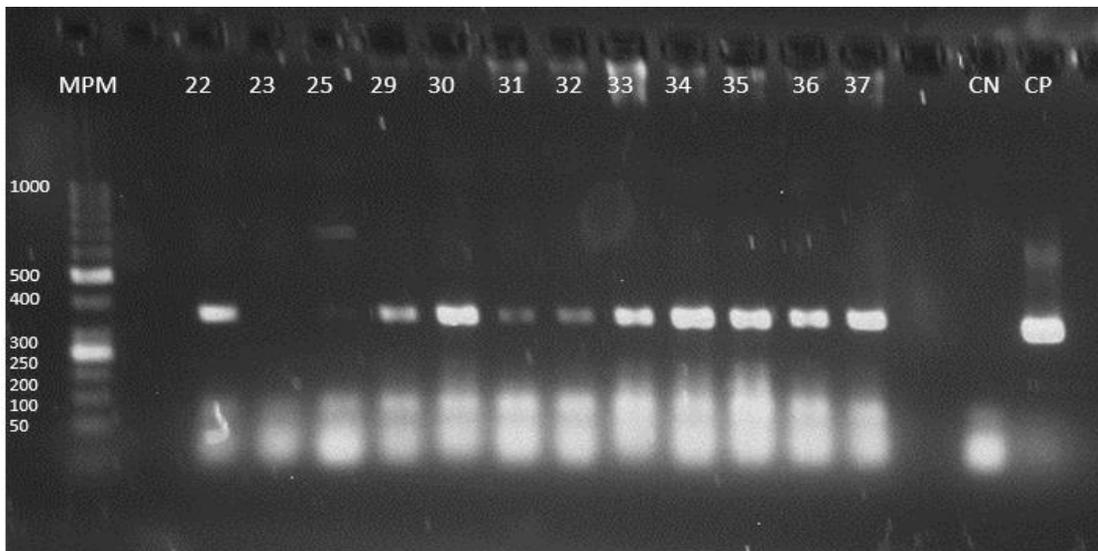
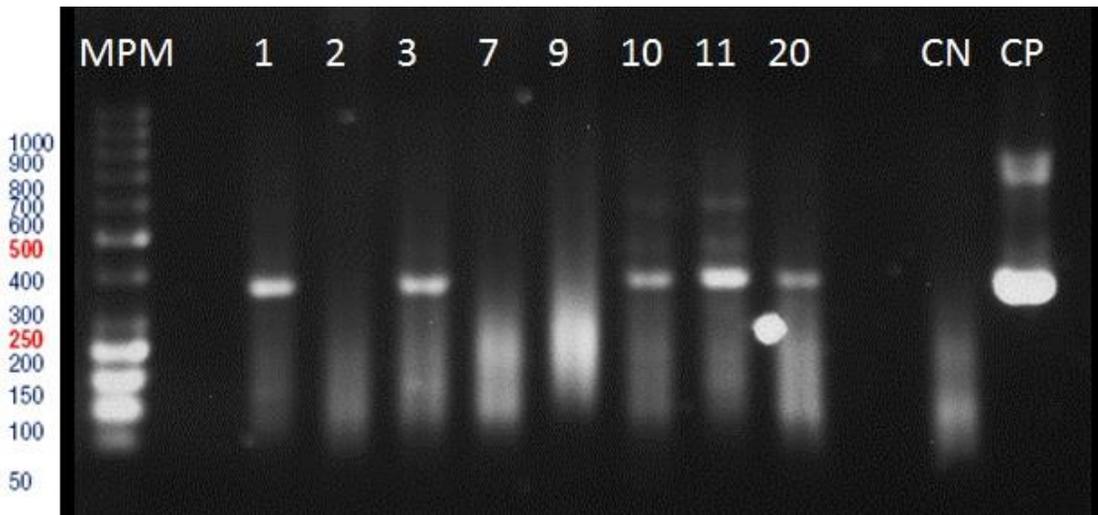
Figura 10.

(A), toma de muestras por parte de la Dra. Ma. Elena Villagrán de la Universidad Autónoma de Querétaro, al fondo Dr. José Ángeles Chimal, dando instrucciones a otro de los participantes. Localidad de Panales, municipio de Tolimán, Qro. (B), toma de muestras in situ (Yansie Arroyo); (C), colecta de triatomino (Mtra. Lilia Juárez Palma) y (D), toma de muestra (Biol. Belén Lara) en domicilio en mujer voluntaria. Localidad de Francisco Villa del municipio de Xochitepec, Morelos. Fotografías, cortesía de JACH.



Figura 11.

Electroforesis de los productos de amplificación de la PCRTcS35/36 separados en gel agarosa al 2% teñido con bromuro de etidio, resultados obtenidos a partir de muestras de voluntarios de población abierta, serológicamente negativos. MPM (marcador de peso molecular) se observa amplificación a 330 pb en las muestras 1,3, 10, 11, 20 22, 25, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 y 37, la muestra 23 no presentó banda de amplificación, CN (control negativo) y CP (positivo) (Modificado de Bastidas, 2018).



4 El dilema bioético

De los resultados anteriormente compartidos, constatado tanto entre donadores de sangre humana como entre la población abierta, surgen algunas preguntas con implicaciones bioéticas aún sin resolver.

¿Cuál es la consecuencia de transfundir componentes de la sangre obtenidas de donadores serológicamente negativos, pero con diagnóstico molecular positivo? ¿Cómo sería el abordaje con los pacientes receptores de estos componentes?

...No lo sabemos

De entre las personas confirmadas por la metodología convencional positivos para la enfermedad de Chagas ¿Conocemos cuál es el linaje de *T. cruzi*?

...No lo sabemos

La efectividad del tratamiento comercialmente disponible (Benznidazol o Nifurtimox) ¿Es linaje específico?

...No lo sabemos

Una persona con serología negativa, pero con diagnóstico molecular positivo ¿En qué momento iniciará la seroconversión?

...No lo sabemos

5 Conclusiones

La enfermedad de Chagas, al menos para el caso del estado de Morelos debe ser recontextualizada y dejar de ser considerada como una enfermedad sinónimo de pobreza.

Evidencia del genoma de *T. cruzi* tanto de kinetoplasto como del gen codificante para la proteína HSP70 sin reactividad serológica, es posible identificarla tanto en candidatos y donadores de sangre humana, como en población abierta, en al menos el 2 y el 9% de los casos.

En los bancos de sangre del país, se colectaron del 2005 al 2017, 22 X 10⁶ de bolsas de sangre, considerando un solo componente obtenido, en consecuencia, existe el riesgo de infección por *T. cruzi* sin evidencia serológica de 440 000 nuevos posibles casos en pacientes receptores de componentes de la sangre. Tal dato es motivo de alerta sanitaria ya que, tan solo en México del 2000 al 2018, se tienen una población de casos nuevos acumulados de 10 000 personas con la enfermedad de Chagas.

El diagnóstico molecular de escrutinio es una tecnología que debe incluirse en el tamizaje del candidato a donador de sangre humana.

Se encuentran circulando hasta el momento los linajes TcI, TcII, Tc III y TcIV entre los mexicanos.

6 Perspectivas

A casi 400 años de que William Harvey describiera la circulación de la sangre en el cuerpo humano, sin duda el avance en la reciente medicina transfusional ha sido espectacular, particularmente en los siguientes rubros: (a) La incorporación del diagnóstico molecular como una herramienta para incrementar la seguridad del acto transfusional, mediante la identificación del genoma de casi cualquier microorganismo potencialmente patógeno, (b) El empleo de las células progenitoras obtenidas a partir de sangre de cordón umbilical para el tratamiento de cierto tipo de cáncer y, (c) La posibilidad en el mediano plazo de obtener la expansión de la célula progenitora hematopoyética como una opción de trasplante autólogo.

REFERENCIAS

- Agostoni, C. (2008). Médicos ecuestres, el arte de curar y los galenos en la historia nacional (Ciudad de México, 1877-1911). *Ciência & Saúde Coletiva*. 13(3),975-984. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232008000300019.
- Alfaro, T. R. (1950). Consideraciones sobre 25 años de transfusión de sangre en el Hospital General. *Revista de Gastroenterología de México*, 369.

- Ambriz, F. R. (2011). Banco Central de Sangre del CMN Siglo XXI. Cuarenta y siete años de servicio en el año 2009. *Revista Mexicana de Medicina Transfusional*, 4(1), 18-30. <https://www.medigraphic.com/pdfs/transfusional/mt-2011/mt111e.pdf>.
- Ambriz-Fernández, R. (2002). Innovaciones de la medicina transfusional. *Gaceta Médica de México* 138(1).
- Ángeles, C. J., Santa, O. J., Acevedo, F. J., et al. (2013). Estandarización de un procedimiento por PCR para la detección del *Trypanosoma cruzi* en disponente de sangre humana, serológicamente negativos. *Memorias de la IX Jornada Latinoamericana de Hematología, Inmunología y Medicina Transfusional*. Palacio de convenciones. La Habana, Cuba. <https://www.researchgate.net/publication/329196823>.
- Ángeles, J., Monroy, A. y Garduño, C. (2016). Detección del linaje TC-II de *Trypanosoma cruzi* en donadores de sangre humana del estado de Morelos, México. *Blood Transfusion*, 14(4), OS-25.
- Ángeles-Chimal, J., Fraga-Nodarse, J., Espinoza-Gutiérrez, B., Bejar-Ramírez, Y.L. Martínez, I., Villagrán-Herrera, M.E., Rangel-Flores, H., Juárez-Palmam L., Betanzos, A., Andrade-Almaraz, V., Lara-Padilla, M.B., Bastidas-Leal, K., Rivas-Pacheco, L., Gutiérrez-Reyna, A.I. y Santa-Olalla, T.J. (2019). ¿Es la quimioluminiscencia el mejor método de cribado de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi* para la selección del candidato a donador de sangre humana residente en área endémica? *Memorias del evento conmemorativo a los 110 años del descubrimiento de la enfermedad de Chagas*. Departamento de Parasitología. Facultad de Medicina. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Barranco, M. (2009) *Análisis del Patrón Epidemiológico del Donador de Sangre Humana con Sobrepeso u Obesidad y su relación con la Concentración Sérica de Triglicéridos*. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Baskett, T.F. (2002) The Resuscitation Greats James Blundell: the first transfusion of human blood. *Resuscitation* 52, 229-233.
- Bastidas, K.L. (2018). *PCR dúplex para la confirmación de la infección por Trypanosoma cruzi mediante el gen hsp70*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Blundell, J. (1818). Some account of a case of obstinate vomiting in which an attempt was made to prolong life by the injection of blood into the veins. *Medico-Chirurgical Transactions*, 10, 310-12.
- Blundell J. (1829). Successful case of transfusion. *Lancet* 1829;1:431_/2.
- Chávez-Vela, J.J. (2019). *Historia del banco de sangre del antiguo Hospital Civil de Cuernavaca. Catedrático de las asignaturas de Hematología y de Bioquímica*. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Comunicación personal.
- Centro Nacional de la Transfusión Sanguínea (2012). Manual de Organización del Centro Nacional de la Transfusión Sanguínea. <http://cnts.salud.gob.mx/descargas/acerca CNTS.pdf>. Fecha de consulta: 02/09/2019.
- Denis, J.B. (1667). A Letter Concerning a new way of curing sundry diseases by Transfusion of Blood, Written to Monsieur de Montmor, Counsellor to the French King, and Master of Requets. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2(27A),489-504.
- Donovan, A.J. (2004). Richard Lower, M.D., Physician and Surgeon (1631–1691). *World Journal of Surgery*, 28, 938–945, 2004.
- Doubleday, E. (1825). Case of uterine hemorrhage successfully treated by the operation of transfusion. *The Medical and Physical Journal*, 54:380-6.
- Garduño, P.C. (2016). *Identificación del linaje de Trypanosoma cruzi en donadores de sangre del estado de Morelos*. Tesis de Maestría. Programa Educativo de Maestría en Medicina Molecular. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

- Garduño, P.C. (2013). *Empleo de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) para la detección de la infección por Trypanosoma cruzi en individuos clínicamente sanos*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Gilder, S.S.B. (1954). Francesco Folli and Blood Transfusion. *Canad. M. A.* 71.
- Herrera-Arellano, A., Angeles-Chimal, J. S., Andrade-Almaraz, V., ... Bejar- Ramírez, Y. L. (2019). Occult Infection by *Trypanosoma cruzi* in Human Blood Donors of the Morelos State, Mexico. *Integrative Immunobiology and Vaccines*, 1(1), 01-11.
- Hospital General de México. (2019a). Antecedentes Históricos. <http://hgm.salud.gob.mx/interna/dirgral/antecedentes.html>.
- Hospital General de México. (2019b). Banco de sangre. <http://www.hgm.salud.gob.mx/interna/unidades/banco/banco.html>.
- Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubiran. (2019). Cronología. (<http://innsz.mx/opencms/contenido/cronologia/>).
- Jones, H. W. y Mackmull, G. (1928) The influence of James Blundell on the development of blood transfusion. *Ann Med Hist* 10:242-8.
- Laval, E. (2012). ¿Qué fueron los Hospitales de Sangre? *Revista Chilena de infectología*, 29 (4), 448. www.sochinf.cl.
- López, G.V. (1980) Los Compañeros de Zapata. Ediciones del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Morelos. México.
- Mcloughlin, G. (1959). The British contribution to blood transfusion in the nineteenth century. *Brit. J. Anaesth.* (1959), 31, 503. [https://bjanaesthesia.org/article/S0007-0912\(17\)50056-2/pdf](https://bjanaesthesia.org/article/S0007-0912(17)50056-2/pdf).
- Micheli de, S. A. e Izaguirre, A. R. (2002). En torno a la historia de las transfusiones sanguíneas. *Revista de investigación clínica*, 54(6), 552-558.
- Michelia de Alfredo. (2005). William Harvey y los inicios de la ciencia médica moderna. *Gaceta Médica de México*, 141(3) <http://www.scielo.org.mx/pdf/gmm/v141n3/v141n3a12.pdf>.
- Murillo-Godínez, G. (2019). Breve historia de la transfusión sanguínea. *Rev Hematol Mex* 20(1),1-3. <https://revistadehematologia.org.mx/article/breve-historia-de-la-transfusion-sanguinea/>.
- Museo Galileo. (2019). Francesco Folli. <https://catalogue.museogalileo.it/biography/FrancescoFolli.html>.
- Myhre, B.A. (1990) The first recorded blood transfusions: 1656 to 1668. *Transfusion*. 30,358–362. doi: 10.1046/j.1537-2995.1990.30490273445.x.
- Norma Oficial Mexicana NOM-253-SSA1-2012, Para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos. <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4917/salud3a/salud3a.html>.
- Paz, I. (1888). *Los hombres prominentes de México*. Imprenta y Litografía de “La Patria”.
- Prieto, G. (1985). *Memorias de mis tiempos*. Editorial Porrúa.
- Ramos, V.M.B. y Viesca, T.C. (2019). Una Visión Histórica de la Cirugía en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de Historia y filosofía de la Medicina. <https://www.asieslamedicina.org.mx/una-vision-historica-de-la-cirugia-en-mexico/>.
- Rivera, C.M. (1971)*México pintoresco, artístico y monumental*. Editorial del Valle de México.
- Salvatella, F.M.J. (2008). Antecedentes históricos de la Medicina Transfusional. *Revista de Medicina Transfusional*. 1(1), 7-9 .
- Schmidt, P.J. (1968). Transfusion in America in the eighteenth and nineteenth centuries. *The New England Journal of Medicine*. 279 (24) 1319-1320. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4880439>.
- Schmidt, P.J. y Leacock, A.G. (2002). Forgotten transfusion history: John Leacock of Barbados. *BMJ*, 325, 21–28 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC139049/pdf/1485.pdf>.

- Secretaría de Salubridad y Asistencia. (1961). *Consejo General de Salubridad. Reglamento de Bancos de Sangre y Servicios de Transfusión.*
- Secretaria de Salubridad y Asistencia. (1977). *Centro de Documentación y Archivo. Archivo Histórico (1940-1990).*
- Toledo-Saavedra, A.C. (2019). *Historia del antiguo Hospital Civil de Cuernavaca. Ex Catedrático de la asignatura Historia y Filosofía de la Medicina.* Facultad de Medicina. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Comunicación personal.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE TRES ENFERMEDADES ZONÓTICAS TRANSMITIDAS POR BOVINOS EN EL ESTADO DE OAXACA

Ericel Hernández García ¹

Las enfermedades abortivas de los bovinos son causadas por diferentes patógenos como virus, bacterias y protozoarios, de ellos las más importantes son la brucelosis, leptospirosis y tuberculosis, cuya importancia radica en que son los patógenos implicados con más frecuencia en estas afecciones, pero principalmente debido a que son bacterias zoonóticas, lo que significa que pueden ser transmitidas al humano. Estas enfermedades son de distribución mundial, pero afectan principalmente a países tropicales y subtropicales subdesarrollados (Collins et al., 2017; Singh et al., 2018).

La brucelosis (BR) es causada por especies bacterianas Gram negativas del género *Brucella*, causando abortos, disminución de producción de leche y carne, mastitis y orquitis en los animales; mientras que en el humano causa principalmente fiebre, dolor de articulaciones y fatiga, se presenta también dolor de cabeza, aunque en menor frecuencia (Zhang et al., 2019). La tuberculosis (TB) es originada por bacterias aerobias Gram positivas

¹ Profesor de Asignatura de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.

del género *Mycobacterium* y se les domina bacterias del complejo de *Mycobacterium tuberculosis* (MTBC) para diferenciarlas de otras especies del mismo género como *Mycobacterium leprae* (causante de la lepra); las personas infectadas presentan tos (algunas veces con sangre), sudores nocturnos y fiebre, mientras que en los animales se observa debilidad, fiebre fluctuante, tos seca intermitente, diarrea y abortos (Meisner et al., 2017). La leptospirosis (LEP) es una zoonosis causada por bacterias del género *Leptospira*, que en los animales tiene síntomas variados, desde una afección inaparente hasta abortos e incluso la muerte del animal, mientras que en el ser humano se presenta fiebre, cefalea, dolores musculares, ictericia, insuficiencia renal y hemorragias (Sanhueza et al., 2016).

Las personas que se infectan por BR y TB generalmente se debe a la naturaleza de su ocupación, ya que tienen contacto directo con los animales infectados, entre ellos se tiene a los ganaderos, veterinarios y personas que trabajan en el rastro, también afecta a personas que consumen productos derivados del ganado tales como la leche bronca o la carne mal cocida (Bronner et al., 2015). Por otro lado, la LEP es una enfermedad que infecta a cualquier tipo de personas, pues la infección se adquiere al estar en contacto con la orina de animales infectados o por el agua, suelo o alimentos contaminados con esa orina, siendo los principales transmisores de LEP los perros y los bovinos.

A pesar de que BR, TB y LEP son enfermedades con un alto impacto socioeconómico, la gran mayoría de estudios se enfocan en el mecanismo de infección o las prevalencias de cada afección y en baja proporción se han realizado para documentar las pérdidas monetarias que estas afecciones generan, tanto por la pérdida del animal o la disminución de la producción como por el costo del tratamiento de las personas infectadas. La mayoría de los reportes son de estudios realizados en Europa, Asia, Sudamérica y África, mientras que en nuestro país se documentan algunos esfuerzos principalmente en los estados del norte (por su colindancia con Estados Unidos y la exportación a ese país) y Veracruz y Yucatán en el sur. Por lo anterior, este estudio resulta de gran importancia, pues el Estado de Oaxaca se considera de alta marginación, por lo que el impacto económico generado toma una mayor importancia.

Arenas y Moreno (2016) reportaron pérdidas económicas de alrededor de 2000 millones de dólares anuales en la región de Sumapaz, Colombia; en ese trabajo se utilizaron encuestas como método de estudio para recabar información. En Uganda, Meissner et al. (2018), demostraron el gran riesgo que existe en la transmisión de tuberculosis del ganado bovino al humano, además de las pérdidas económicas que la enfermedad genera; para ello se realizó una colecta de datos en zonas rurales de aquel país, donde al analizar muestras y consultar con las personas, se determinó que la leche era la principal fuente infección, así como el producto donde mayor pérdida se generó. Zárate-Martínez et al. (2015) en Veracruz (México), estudiaron la seroprevalencia de cinco especies de *Leptospira*, determinando además que existe la probabilidad de que las pérdidas de gestaciones aumenten en un 50%, lo que generaría grandes pérdidas económicas en el caso de hatos cuya función principal es obtener vaquillas de reemplazo o la venta de sementales.

Derivado de lo anterior, el presente proyecto tuvo el objetivo de evaluar el impacto socioeconómico de enfermedades zoonóticas (BR; TB y LEP) en hatos de ganado bovino de diferentes regiones (Costa, Valles Centrales, Sierra Norte y La Cañada) del Estado de Oaxaca.

MÉTODO

Participantes

Para llevar a cabo este estudio, se trabajó con ganaderos de cinco municipios pertenecientes a cuatro regiones del Estado de Oaxaca, 15 ganaderos de Rojas de Cuauhtémoc (Tlacolula, Valles Centrales), 10 ganaderos de San Pedro Tututepec (Juquila, Costa), siete ganaderos de San Pedro Mixtepec (Juquila, Costa), ocho ganaderos de San Juan Cotzocón (Mixe, Sierra Norte) y 13 de San Pedro Sochiapam (Cuicatlán, La Cañada). Se incluyeron en el estudio todos aquellos ganaderos que quisieron participar y se excluyeron aquellos que no lo desearon; en cuanto a los animales, se incluyeron en el estudio todos aquellos que estaban en etapa reproductiva, se excluyeron los becerros y vaquillas ya que los ganaderos solo dieron autorización a tomar muestra a animales adultos.

Materiales

Para determinar la presencia de una o más de las enfermedades (BR, TB y LEP) se tomaron muestras de sangre del ganado bovino a partir de la vena caudal, se extrajo el ADN de la sangre y se utilizó la prueba diagnóstica de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) de punto final, las muestras se consideraron positivas cuando se observó un producto de amplificación correspondiente a cada una de las enfermedades diagnosticadas. Para determinar el impacto económico se realizaron encuestas a los ganaderos enfatizando en la cantidad de leche producida, los intervalos entre partos de las vacas y los abortos observados, a partir de esos datos se construyeron gráficas de frecuencias y se realizó un estimado de las pérdidas económicas por hato y por animal.

Tipo de estudio o diseño

Se realizó un estudio de tipo transversal, descriptivo y con variables cualitativas (presencia/ausencia de enfermedad) y cuantitativas (pérdidas económicas), donde el muestreo fue dirigido (animales en estado reproductivo).

Procedimiento

Fase I. Se realizaron encuestas a los 53 ganaderos de cada hato para determinar la presencia o ausencia de sintomatologías vistas a simple vista y que se indicaran la posible presencia de alguna de las tres enfermedades estudiadas, dichas sintomatologías principales fueron la presencia de abortos, mortinatos, disminución de la producción de leche y aumento del intervalo entre partos, estos datos fueron colectados por cada animal del hato.

Fase II. Para la toma de muestra de los animales, se tomaron 633 muestras de sangre utilizando tubos Vacutainer de tapa roja (sin anticoagulante) de 10 mL, la sangre se tomó mediante la punción de la vena caudal del animal, dejándose reposar durante 1-2 horas para la separación del suero y este fue transferido a tubos Eppendorf de 1.5 mL y se almacenaron en una hielera hasta su traslado al laboratorio, donde fueron almacenadas a -20°C hasta su uso. Para la extracción del ADN se utilizó el método de fenol-cloroformo-

alcohol isoamílico, resuspendiendo la pastilla final en 40 μ L de agua estéril libre de RNAsas y DNAsas.

Fase III. La amplificación del ADN bacteriano se realizó con cebadores específicos para cada una de las bacterias estudiadas. Para amplificar a *Leptospira* se utilizaron los cebadores de Leila-Martínez et al. (2018), para *Brucella* se utilizaron los cebadores de Alamian et al. (2017) y para el complejo de la tuberculosis los propuestos por Singh y Kashyap (2012). Las reacciones fueron visualizadas en un gel de agarosa al 1.5% y las muestras positivas fueron todas aquellas en las que fue observado el producto de amplificación correspondiente.

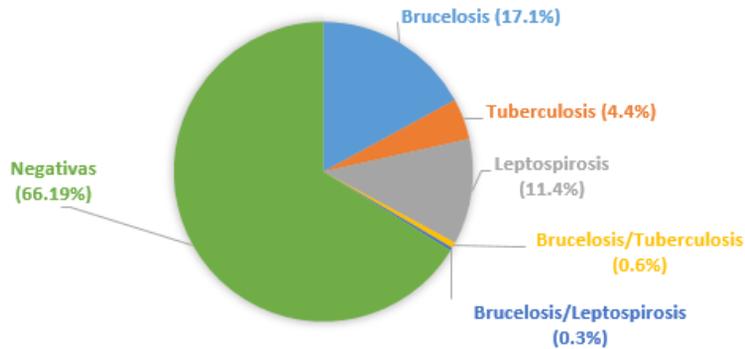
Fase IV. Para establecer la correlación entre las pérdidas económicas generadas por las enfermedades en estudio, se compararon los resultados obtenidos con la PCR y los datos obtenidos de las encuestas realizadas a cada ganadero y partir de ello se hizo una estimación por la pérdida de animales de reemplazo o por disminución de la producción de leche.

RESULTADOS

Se muestrearon un total de 53 hatos con igual número de ganaderos. Un total de 633 muestras de sangre de ganado bovino fueron tomadas durante los años 2016, 2017 y 2018 y se tomaron en las siguientes cantidades: 200 en Rojas de Cuauhtémoc, 152 en San Pedro Tututepec, 81 en San Pedro Mixtepec, 128 muestras en San Juan Cotzocón y 72 muestras en San Pedro Sochiapam. Después de realizar la prueba de la PCR y observar los resultados en un gel de agarosa, se observó que la enfermedad predominante fue la brucelosis con un total de 108 individuos positivos, lo que representó el 17.06%; 28 fueron positivos a tuberculosis siendo solo el 4.4%; 72 fueron positivos a leptospirosis e interesantemente, seis animales presentaron infección múltiple, de los cuales fueron cuatro con brucelosis y tuberculosis y dos con brucelosis y leptospirosis, representando el 0.6% y 0.3% respectivamente. El resto de muestras fueron negativas, 419 que representaron el 66.1% del total.

Figura 1.

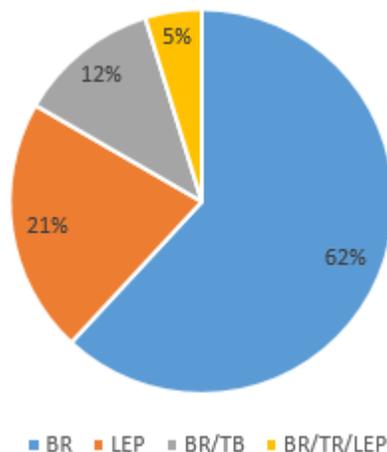
Porcentaje de animales positivos a las enfermedades estudiadas, se observa claramente que la brucelosis es la predominante.



Con respecto a los hatos, de los 53 muestreados solamente 9 fueron libres de BR, TB y LEP, mientras que los otros 42 presentaron al menos uno de los tres patógenos. Como se muestra en la figura 2, 26 hatos presentaron solo brucelosis, en nueve se encontró únicamente leptospirosis, en cinco brucelosis y leptospirosis y en dos más se encontraron las tres enfermedades.

Figura 2.

Porcentaje de hatos infectados a una o más de las enfermedades estudiadas. BR: brucelosis. TB: tuberculosis. LEP: leptospirosis.

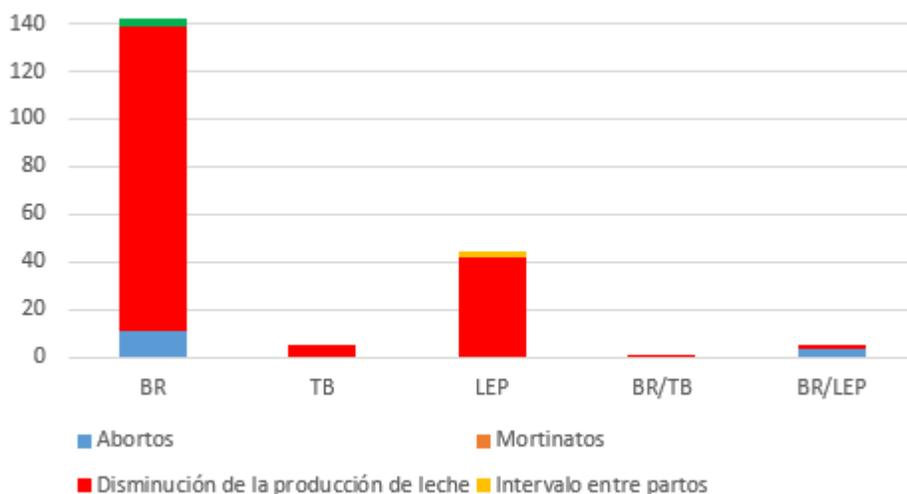


Posteriormente se analizaron los datos de las encuestas, los ganaderos reportaron la presencia de un total de 18 casos de abortos, seis mortinatos y especialmente 205 vacas que presentaron disminución de la producción de leche, lo cual fue determinado por los ganaderos, ya que ellos conocían el promedio de litros de leche que obtenían diariamente de sus vacas y observaron una disminución de entre el 20 y 50% de la producción de leche, el aumento del intervalo entre partos solo fue observado en cinco casos.

Cuando se compararon los resultados obtenidos, con los reportados por los ganaderos, en los que se tomaron los datos de cada animal, como se observa en la figura 3, los bovinos infectados con brucelosis presentaron la más frecuencia de abortos (11), intervalo entre partos (3) y disminución de la producción de leche (128); 42 de los infectados con leptospirosis presentaron disminución de la producción de leche y dos un aumento del intervalo entre partos, mientras que de los infectados con tuberculosis solo cinco presentaron disminución de la producción de leche. Lo anterior implica que de los 234 individuos que presentaron alguna de las sintomatologías, 197 fueron diagnosticados con al menos una de las enfermedades estudiadas, siendo la brucelosis la principal causa de ellas.

Figura 3.

Comparación entre los resultados obtenidos del diagnóstico por PCR y las sintomatologías observadas por los ganaderos en sus animales.



Finalmente, para estimar las pérdidas ocasionadas por las sintomatologías observadas, se cuestionó a los productores respecto al costo del litro de leche y de la venta de un animal. En el cuadro 1 se observa los datos colectados, donde el costo promedio del litro de leche es de \$ 10.00 con una producción diaria promedio de 25 litros por animal, mientras que el costo de un becerro o vaquilla es de \$ 2 000.00 a \$ 5 000.00 y se producen en promedio 1.2 partos al año por animal. De acuerdo con estos datos, el ingreso diario debido a la producción de leche de una vaca es de \$ 250.00 diarios, pero por la pérdida de producción la cantidad de litros de leche disminuye en promedio a \$ 16.25, lo que corresponde a \$ 162.50 por animal; esto significa que si consideramos una producción anual de 365 días la producción promedio normal generaría un ingreso de \$ 16 151 250.00 con respecto a las 177 vacas enfermas, que por su condición en realidad produjeron un ingreso de solo \$10 498 130.00 anuales, lo que significa una pérdida de \$5 653 120.00 anuales solo por las tres enfermedades estudiadas. En cuanto a las pérdidas ocasionadas por la producción de vaquillas de reemplazo o becerros, considerando que las vacas tienen 1.2 partos al año, el ingreso promedio al año en 14 animales con abortos debería llegar a \$ 58 800.00, dado los abortos, esto significa una pérdida total de modo que no existen ingresos por venta de animales (tabla 1).

Tabla 1.

Pérdidas promedio ocasionadas por BR, TB y LEP en los cinco municipios estudiados.

Rubro	Litro de leche	Becerro o vaquilla (promedio)
Costo	\$ 10.00	\$ 3 500.00
Producción promedio por animal	25 L/día	1.2/año
Ganancia normal	\$ 250.00/día	\$ 4 200.00/año
Disminución promedio	35%	0/año
Pérdidas	\$ 87.50	\$ 1 400.00/año
Ingresos reales	\$ 162.5/día	\$ 0
Ingreso total normal	\$ 44 250.00/día/177 animales	\$ 58 800.00/año/14 animales
Ingreso real	\$ 28 762.50/día/177 animales	\$ 0
Ingreso normal anual	\$ 16 151 250.00/177 animales	\$ 58 800.00/año/14 animales
Ingreso real anual	\$ 10 498 130.00/177 animales	\$ 0

DISCUSIÓN

Las enfermedades zoonóticas representan un gran problema de salud en la población general y tienen un gran impacto económico en los productores de leche y carne. Singh et al. (2018) estimaron que las pérdidas económicas debidas a brucelosis son de 627 millones de dólares anuales en India, mientras que Charypkhan et al. (2018) estimaron pérdidas de 21 millones de dólares en Kazakhstan. Collins et al. (2017) estimaron que en Indonesia las pérdidas anuales son de alrededor de 700 millones de dólares; no se encontraron reportes del impacto económico de la leptospirosis en los bovinos. Aquí se reportan pérdidas de \$5 653 120.00, equivalentes a alrededor de 285 511 dólares anuales, pero esto solo en cinco municipios del Estado de Oaxaca, de modo que a pesar de que la cantidad es baja comparada con los estudios mencionados, puede ser equiparable a nivel país, sin embargo, es importante realizar muestreos en una mayor cantidad de municipios para tener una mejor estimación de las pérdidas económicas en el Estado de Oaxaca.

Por otro lado, la brucelosis y tuberculosis son enfermedades que generalmente de manera endémica, es decir, donde hay una de ellas, probablemente se presente la otra, al respecto trabajos como el de Caminiti et al. (2017) han realizado estudios donde identifican estas enfermedades además de la leucosis, pero no hay reportes donde se estudie además la leptospirosis, por lo que el presente proyecto es el primero que lo lleva a cabo.

REFERENCIAS

- Alamian, S., Zahraei-Salehi, T., Aghaiypour-Kolyani, K., Esmaelizad, K. & Etemadi, A. (2019). Developmente of new modified simple Polymerase Chain Reaction and Real-time Polymerase Chain Reaction for the identification of *Brucella* strains. *Archives of Razi Institute*, 74 (3), 235-241.
- Arenas, N. E. y Moreno, V. (2016). Estudio económico de la infección por *Brucella abortus* en ganado bovino de la región del Sumapaz, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 63(3)3: 218-228.
- Bronner, A., Morignat, E., Hénaux, V., Madouasse, A., Gay, E. & Calavas, E. (2015) Devising an Indicator to Detect Mid-Term Abortions in Dairy Cattle: A First Step Towards Syndromic Surveillance of Abortive Diseases. *PLoS ONE* 10(3) e0119012.
- Caminiti, A., Pelone, F., Battisti, S., Gamberale, F., Colafrancesco, R., Sala, M., La Torre, G., Della-Marta, U. & Scaramozzino, P. (2017). Tuberculosis, Brucellosis and Leucosis in cattle: A cost description of

- eradication programmes in the región of Lazio, Italy. *Transboundary and Emerging Diseases*, 64 (5): 1493-1504.
- Collins, D., Hafidz, F. & Mustikawati, D. (2017). The economic burden of tuberculosis in Indonesia. *International Journal of Tuberculosis Lung Diseases*, 21(9), 1041-1048.
 - Leila-Martínez, M., Grune-Loffler, S., Romero, G. N. y Brihuega, B. F. (2018). Diferenciación de serovares de leptospiras patógenas mediante PCR del gen ligB y secuenciación. *Revista Argentina de Microbiología*, 50 (2): 126-130.
 - Meisner, J., Curtis, K., Graham, T. W., Apamaku, M. B., Manhart, L. E. & Rabinowitz, P. M. (2017). Cattle-associated risk factors for human tuberculosis in rural livestock-keeping communities, Uganda. *Zoonoses Public Health*, DOI: 10.1111/zph.12530.
 - Sanhueza, J. M., Heuer, C., Wilson, P. R., Benschop, J. & Collins-Emerson, J. M. (2019). Seroprevalence and risk factors for *Leptospira* seropositivity in beef cattle, sheep and deer farmers in New Zealand. *Zoonoses and Public Health*, doi: 10.1111/zph.12317.
 - Singh, A. & Kashyap, V. K. (2012). Specific and rapid detection of *Mycobacterium tuberculosis* complex in clinical samples by Polymerase Chain Reaction. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2012: 654694.
 - Singh, B. B., Khatkat, M. S., Aulakh, R. S., Gill, J. P. S. & Dhand, N. K. (2018). Estimation the health and economic burden of human brucellosis in India. *Preventive Veterinary Medicine*, 154, 148-155.
 - Zárate-Martínez, J. P., Rosete-Fernández, J. V., Ríos-Utrera, A., Barradas-Piña, F. T. y Olazarán-Jenkins, S. (2015). Prevalencia de leptospirosis y su relación con la tasa de gestación en bovinos de la zona centro de Veracruz. *Nova Scientia*, 7 (14), 202-217.
 - Zhang, N., Zhou, H., Huang, D.S. & Guan, P. (2019) Brucellosis awareness and knowledge in communities worldwide: A systematic review and meta-analysis of 79 observational studies. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13(5), e0007366.

MODELO MICROECONÓMICO DE DOS MUNICIPIOS RURALES DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA Y LOS MERCADOS GLOBALES

Alicia Sylvia Gijón-Cruz¹, Rafael G. Reyes-Morales², Edgar Caballero-López²
& Nadia Esteva Durán¹

En la Mixteca Alta de Oaxaca, en el distrito de Asunción Nochixtlán, se ubican dos municipios rurales muy antiguos, Magdalena Jaltepec y San Juan Tamazola. Una gran proporción de sus habitantes trabaja en actividades agropecuarias de autoconsumo, pero también hay familias que tienen pequeños negocios comerciales como son: tiendas de abarrotes, fondas, carpinterías, panaderías y comedores. Para obtener ingresos adicionales, algunas familias durante ciertas épocas del año también extraen productos del bosque (palma, madera, leña y hongos silvestres). Los varones se emplean durante periodos cortos en sus comunidades, trabajando como peones, albañiles y choferes principalmente. Otros emigran a diversos estados del país o a los Estados Unidos en busca de mejores oportunidades. El gobierno participa en la economía a través de varios programas sociales que distribuyen apoyos económicos a los hogares. Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos de los hogares para obtener ingresos, en estos municipios la

¹ Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, México. Miembro del CA Química, Salud y Desarrollo Regional UABJO-CA-49.

² División de Estudios de Posgrado e Investigación. TNM/Instituto Tecnológico de Oaxaca.

mayoría de los hogares viven en pobreza y se encuentran marginados de los principales beneficios del desarrollo nacional.

Este trabajo analiza las economías de los hogares en tres ejes: bienestar familiar, fuentes de ingresos y el capital humano de los hogares. El instrumento de análisis es el modelo de las economías familiares de Gijón Cruz, Espinosa Rojas y Reyes Morales (2018), el cual permite identificar las principales fuentes de ingreso y los elementos de capital humano que contribuyen a sostener el nivel actual de bienestar de los hogares. Asimismo, la información primaria permite identificar fortalezas y restricciones que enfrentan las economías municipales.

MÉTODO

Tipo de estudio o diseño

El método utilizado en el tamaño de la muestra fue el muestreo estratificado proporcional, en el que establece que al menos una proporción de 1/10 por cada estrato se considera adecuada para obtener resultados más seguros que una muestra aleatoria sencilla, teniendo como requisito que se deben conocer los tamaños de los estratos de la población (Blalock, 1972, p. 540) y apoyados en el teorema del límite central que establece que cuando el tamaño de la muestra es lo bastante grande, la distribución muestral de la media tiene una distribución aproximadamente normal y esto se logra cuando se seleccionan muestras de por lo menos 30 elementos (Levine et al., 2010, p. 213-215).

Procedimiento

La investigación tuvo varias etapas; la entrevista estructurada la cual se aplicó en dos cabeceras municipales y en tres agencias de policía, en donde participaron los presidentes municipales, agentes de policía, secretarios y regidores municipales, quienes proporcionaron información cuantitativa sobre las principales actividades económicas, medios y costos de transporte, medios de comunicación, actividades de esparcimiento,

recursos naturales y principales costumbres y festejos, principales mercados, cuidado del medio ambiente y la organización política de la comunidad.

En la segunda etapa de la investigación; se aplicó la encuesta probabilística en las cabeceras municipales de Magdalena Jaltepec, San Juan Tamazola y la Agencia de Policía llamada Llano de Canoa, en conjunto albergan 400 hogares de acuerdo con lo reportado por el Censo de Población y Vivienda del año 2010; el criterio para elegir las fueron el tamaño de su población, la presencia del tianguis microregional, el peso político y social dentro del municipio. Se aplicaron 65 cuestionarios en total que representa el 16.25% de los hogares; en Magdalena Jaltepec con 156 hogares se aplicaron 20 cuestionarios (12.8%), para San Juan Tamazola con 48 hogares se aplicaron 15 cuestionarios (31%) y para la agencia de policía Llano de Canoa con 196 hogares se aplicaron 30 cuestionarios (12.8%).

El análisis de los datos de la encuesta se realizó a través de modelos matemáticos y estadísticos los cuales buscan analizar, interpretar y predecir sistemas económicos, en este sentido Tintner considera que la econometría expresa la forma en que se prestan los datos para la prueba empírica (Gujarati & Porter, 2010, p. 2). Las ecuaciones del modelo se construyeron utilizando regresión de mínimos cuadrados ordinarios con ayuda del programa SPSS versión 21. Los criterios que se utilizaron para seleccionar las ecuaciones de regresión son: (1) el coeficiente de determinación múltiple corregido, R^2 corr debe ser >0.50 , (2) el estadístico F del análisis de varianza de la ecuación debe ser significativo ($p < 0.01$), (3) cada variable independiente de la ecuación, incluyendo el término constante, debe ser significativo de acuerdo con la prueba t ($p < 0.05$) y (4) las ecuaciones no deben presentar problemas serios de multicolinealidad, es decir, el factor de inflación de la varianza, FIV debe ser < 10 y el índice de condición (IC) < 10 (Norusis, 1993; Gujarati & Porter, 2010). De esta manera, se aseguró la consistencia estadística de las ecuaciones del modelo y éstas son de carácter explicativo. Se obtuvieron dos de las ecuaciones de regresión sin término constante con ocho fuentes de ingreso y tres variables socioeconómicas. El peso de las variables independientes en las ecuaciones se midió mediante el coeficiente de regresión no estandarizado (coeficiente beta) y este procedimiento permite medir también la contribución de cada variable independiente al

bienestar familiar (BF); que es la variable dependiente del modelo. La interpretación se apoya en la teoría económica y en información etnográfica.

RESULTADOS

Se muestran los resultados del análisis de las economías de los hogares de los municipios de Magdalena Jaltepec y San Juan Tamazola derivados de la aplicación del modelo teórico de las economías familiares (Reyes Morales et al., 2015; Gijón Cruz et al., 2018). Así mismo, se explica el bienestar de los hogares mediante sus fuentes de ingresos y características socioeconómicas de los hogares; estas últimas representan el capital humano de los hogares.

Considerando la cobertura de hogares en los dos municipios estudiados, las principales fuentes de ingreso de local son (cuadro 1): la agricultura (63.1%) que caracteriza al municipio de San Juan Tamazola y los ingresos netos de negocios familiares que se concentran principalmente en Magdalena Jaltepec (negocios comerciales, 24.6% y negocios de servicios, 13.8%). Magdalena Jaltepec tiene una economía diversificada, ya que el 40.7% de los miembros de la fuerza laboral tiene de negocios familiares, el 33.4% son trabajadores no agrícolas (auxiliares de servicios, trabajadores de la construcción y obreros) y el solamente el 25.9% son productores agropecuarios. En cambio, en San Juan Tamazola, el 78.4% de los miembros de la fuerza laboral son productores agropecuarios, el 11.8% son dueños de negocios familiares y únicamente el 9.8% son trabajadores no agropecuarios. La agricultura es predominantemente de temporal y de subsistencia en los dos municipios; por esta razón, esta actividad no genera salarios. Sin embargo, cuando se considera la contribución al bienestar familiar a través de la ecuaciones del modelo, las principales fuentes de ingreso son, de acuerdo con su peso en las ecuaciones del modelo: las remesas internas enviadas por familiares migrantes que se encuentran trabajando normalmente en otra entidad del país, los ingresos netos de negocios comerciales, las remesas internacionales que envían los migrantes desde los Estados Unidos, los salarios que son producto del trabajo en los dos municipios y los ingresos netos de negocios de servicios. Si se considera la cobertura de hogares, las remesas internas incluyen el 40% de los hogares y el monto anual promedio es \$16 700.00. La migración interna es de carácter pendular y ocurre durante los meses de enero a marzo y les permite a los hogares realizar

simultáneamente otras actividades productivas. Así, el 73% de los migrantes internos (nacionales) también obtiene ingresos de la recolección de leña, el 73% tiene ganado de traspatio, el 80% desarrolla actividades agrícolas y además el 96% recibe transferencias de los programas de gobierno. Es decir, la migración interna no restringe la práctica simultánea de otras actividades económicas, ya que permite a los hogares continuar cultivando la tierra y la ganadería de traspatio que son la base de la subsistencia.

Los principales comercios en estos dos municipios son: tiendas de abarrotes y papelerías (52%) y siguen en importancia la venta de tortillas elaboradas a mano, carnicerías y comedores (32%) y con menor peso se encuentran las farmacias, ferreterías y carpinterías. El 24.6% de los hogares de los dos municipios entrevistados tienen un negocio comercial. Estos negocios se abastecen de mercancías en general en la ciudad de Nochixtlán (54%), en la Ciudad de Oaxaca (20%), en Jaltepec (20%) y; en particular, la ropa y calzado se compra en la ciudad de Tehuacán, Puebla (6%). Los hogares con negocios comerciales declararon invertir anualmente en promedio alrededor de \$80 000.00 y obtienen ingresos netos en promedio de \$42 200.00. Estos negocios son administrados generalmente por las esposas y no se contrata personal, mientras que los varones se dedican a otras actividades. Los hogares con negocios tienen una escolaridad promedio de 6.8 años y tamaño promedio 3.8 miembros. Además del negocio familiar, los hogares también realizan simultáneamente varias actividades entre las que destacan: servicio voluntario a la comunidad como parte del sistema de cargos (12%), tienen migrantes internacionales (6%) y migrantes internos (31%), gestionan y reciben transferencias de los programas de gobierno (87%), tienen ganado de traspatio (81%) y cultivan la tierra (68%). Los negocios comerciales delimitan la región económica de los dos municipios en donde en los extremos están: en el sureste la ciudad capital del estado de Oaxaca y en el noroeste la ciudad de Tehuacán, Puebla; a la mitad de la supercarretera que conecta a estas dos ciudades se encuentra la ciudad de Nochixtlán. Estas ciudades abastecen de mercancías a los negocios a cambio del excedente monetario de los dos municipios, por lo tanto, la mayor parte de la liquidez no se logra retener a través del ahorro y los préstamos y se fuga al exterior.

De los ingresos que determinan el nivel de bienestar familiar, si bien las remesas internacionales y los ingresos netos de negocios de servicios son los más altos, cada uno de ellos está presentes en menos del 10% de los hogares (Tabla1). En el lado opuesto se encuentra el ingreso agrícola cuya contribución al ingreso familiar es pequeña en parte porque su ingreso neto es el más pequeño y en parte porque su función es asegurar el abasto de alimentos básicos a los hogares (maíz y frijol) y de forraje para el ganado.

Tabla 1.

Estadísticos descriptivos y coeficientes beta de las variables de las ecuaciones del modelo de las economías familiares de los municipios de San Juan Tamazola y Magdalena Jaltepec, distrito de Nochixtlán, Oax.

	Número de casos considerados	Valor promedio	Desviación estándar	Porcentaje (%)	Peso en la ecuación (β) ^a
Bienestar familiar	65	38 509.40	34 024.66	100	NA
Presupuesto familiar (ingreso familiar)	65	77 371.20	53 810.80	100	NA
Escolaridad	65	6.5	2.49	100	0.268
Ingreso agricultura	41	1 823.70	11 406.61	63.1	0.155 y 0.181
Salarios	28	26 873.60	37 046.72	43.1	0.210 y 0.237
Remesas internas (nacionales)	26	16 695.40	17 032.03	40	0.312 y 0.280
Ingreso neto de negocios comerciales	16	41 136.70	44 760.94	24.6	0.283 y 0.275
Número personas en unión libre	14	2.1	0.53	21.5	0.17
Número de casados	10	2.3	0.67	15.4	0.207
Ingreso neto de negocios de servicios	9	57 047.80	44 384.77	13.8	0.193 y 0.183
Ahorro	8	5 625.00	2 924.65	12.3	0.156 y 0.135
Remesas internacionales	7	43 971.40	39 063.27	10.8	0.230 y 0.241
Préstamos	3	6 000.00	6 082.76	4.6	0.130 y 135

NA: No aplica.

^a Coeficiente de regresión no estandarizado (coeficiente beta).

Fuente: Elaboración propia con datos de las Encuestas probabilísticas 2017.

Anualmente los productores agrícolas obtienen en promedio \$ 1 823.00 de ingresos, sin embargo, el 56% de los hogares reporto perdidas en esta actividad, pero en el balance global los ingresos fueron positivos. Estas pérdidas contabilizadas se deben en parte a que el cálculo de los ingresos el cual se hace sobre la base del precio mercado del maíz en 2017. Éste fue muy bajo (\$5.50), ya que se rige de acuerdo con los precios internacionales y también influye el costo de los fertilizantes que representó \$2 265.00 por hogar en este año. De acuerdo a Todaro y Smith (2015), la agricultura de subsistencia se encuentra en la primera etapa de la evolución de la producción agrícola y aún les queda un buen tramo para llegar a la segunda etapa: “agricultura familiar diversificada o mixta, donde una pequeña parte es destinada al autoconsumo y el resto es para la venta” (Todaro & Smith, 2015, p. 462). La agricultura es cada vez más riesgosa, porque el 100% de los terrenos de cultivo en estos municipios son de temporal y los efectos del cambio climático ya se están haciendo visibles, debido a que las lluvias son cada vez más irregulares. Los productores entrevistados señalaron que en 2017 hubo un exceso de lluvias que afectó al cultivo de la calabaza y el frijol principalmente. Así, la agricultura de subsistencia parece perpetuar el círculo vicioso de la pobreza y, como consecuencia, se ensancha la brecha con quienes se encuentran en otra etapa de la producción agrícola (Todaro & Smith, 2015, p. 465). En realidad, los hogares diversifican sus actividades para obtener más ingresos y satisfacer sus necesidades de consumo, cuando la tierra es insuficiente y se convierte en un factor mínimo la mano de obra al no encontrar empleo se vuelca a actividades no agrícolas como son actividades artesanales y comerciales para alcanzar el equilibrio económico (Chayanov, 1925, p. 90-99). En realidad, esto ocurre en los municipios de estudio y los campesinos son actores activos y creativos que combinan varias actividades económicas para formar su presupuesto familiar.

La participación de los hogares de estos municipios en el mercado financiero es escasa, aunque ya es visible su contribución al bienestar familiar; así, el ahorro -el ingreso financiero más frecuente- apenas cubre el 12.3% de los hogares y los préstamos el 4.6%. Por esta razón, los hogares recurren a fuentes de ingreso exógenas para complementar su presupuesto familiar y sostener su nivel de bienestar.

Cuando una persona compra más bienes de los que puede vender, significa que su gasto es mayor que su renta y debe cubrir la diferencia pidiendo préstamos, sin embargo, después de un tiempo pidiendo préstamos tendrá que gastar más en el pago de intereses y, por lo tanto, gastar menos en el futuro provocando eventualmente una crisis (Blanchard et al., 2012, p. 11). A corto plazo, los préstamos favorecen el consumo, pero a mediano y largo plazo pueden convertirse en una restricción para el presupuesto de bienestar.

La principal fuente de ingreso exógeno son las remesas internas por cobertura. Como los salarios se obtienen en los dos municipios y se consideran locales. Las principales ocupaciones de las que se obtienen salarios son: auxiliares de servicio trabajando para los negocios familiares principalmente en Magdalena Jaltepec y como trabajadores de la construcción en los programas de empleo temporal. En esta localidad el monto anual de salarios es \$26 873.57 pesos. Las remesas internacionales procedentes de familiares migrantes que se encuentran trabajando en los Estados Unidos apenas cubren el 10.8% de los hogares y el monto promedio anual es de \$ 43 391.42. Las remesas internacionales se asignan de la siguiente manera: 50% a la vivienda, 25% para comprar ganado y 25% para cubrir gastos en la salud. Esta información concuerda con la nueva teoría económica de la migración laboral, para la cual los hogares rurales intentan moverse hacia la producción comercial, sin embargo, debido a la falta de capital para invertir y cobertura de riesgo, los hogares buscan opciones para superar esas restricciones. La migración internacional como lo explican Salas Alfaro et al. (2014, p. 24) permite a los hogares obtener remesas que representa una opción viable para incrementar los ingresos y seguir produciendo. La migración internacional integra a las comunidades rurales aisladas a los mercados globales, mientras que la migración interna completa la integración de éstas a la economía nacional. Las características sociodemográficas de los miembros de los hogares que contribuyen a sostener el bienestar familiar son de acuerdo con su peso (coeficientes beta): escolaridad promedio, número de casados y número personas que viven en unión libre. La escolaridad es una variable económica determinante para elevar ingreso de la fuerza laboral de los hogares en los mercados laborales y según Navarro (2005) permite aprovechar mejor la tecnología. Asimismo, las personas con mayor escolaridad pueden gestionar con mayor facilidad los apoyos de gobierno, debido a que están más familiarizados con los trámites burocráticos y tienen acceso a las tecnologías de la información. La escolaridad es producto de la inversión continua y de largo plazo en la educación de los hijos. Los jefes de familia

casados y en unión libre se esfuerzan más que los solteros para obtener ingresos porque tienen hijos que mantener y también a sus cónyuges. Sin duda, los jefes de familia y demás miembros del hogar en edad laboral con mayor escolaridad pueden realizar mayores aportes al presupuesto familiar para elevar el nivel del bienestar familiar. Según Becker (1983), se genera mayor productividad a mayores niveles de destreza, de educación y capacitación, lo cual se refleja en la obtención de mejores empleos en los mercados laborales. La escolaridad promedio de estos municipios de 6.5 años, en un rango de 1 a 11 años; esta diferencia de escolaridades está en relación con los ingresos y, por lo tanto, con la desigualdad de acuerdo con Todaro (1982). En este sentido, los hogares con escolaridad por debajo de 6.5 años tienen niveles de bienestar familiar más bajo. Estas variables sociodemográficas -escolaridad y estado civil- representan el capital social de los hogares que sostienen el nivel de bienestar. Tanto la escolaridad que determina el nivel de ingreso como el estado civil que explica las motivaciones de la fuerza laboral para trabajar más son elementos que determinan el nivel de bienestar familiar actual juntamente con las fuentes de ingreso.

CONCLUSIONES

Los resultados de la aplicación del modelo de las economías familiares y el trabajo de campo adicional muestran que los hogares de los municipios de San Juan Tamazola y Magdalena Jaltepec combinan varias actividades para asegurar su sobrevivencia y sostener su nivel de bienestar. Además de la agricultura de subsistencia que proporciona alimentos básicos y proteína animal, las economías familiares se sostienen de negocios familiares, salarios, remesas (internas e internacionales) y transferencias de los programas de gobierno. El modelo muestra que el capital humano – juntos escolaridad y estado civil- es uno de los principales factores que determina el nivel de bienestar familiar. Las fuentes de ingreso que contribuyen al bienestar familiar son: remesas internas, salarios, ingresos netos de negocios familiares, remesas internas e ingresos de mercado financiero (ahorro y préstamos). Se detectó capacidad de ahorro aún en hogares campesinos, sobre todo si estos se reciben remesas y cuando los hogares tienen déficit en su presupuesto familiar para sostener su nivel de consumo recurren a los préstamos.

Llama la atención que los ingresos que reciben los hogares de los programas de gobierno, aunque los superiores a las remesas internas, de acuerdo con los resultados del modelo no reportan una contribución significativa al bienestar familiar. Esto indica según teoría económica que este tipo de ingresos se está asignando a la inversión o al ahorro en lugar del consumo. Otra variable que no aparece en el modelo pero cuyo ingreso neto compite con la agricultura es la recolección de leña y otros productos silvestres. En este caso, se debe entender que el ahorro en presupuesto familiar asociado a los productos silvestres tampoco se destina al consumo.

Finalmente, el acceso al mercado representa una ventaja para Magdalena Jaltepec, que le ha permitido consolidar su mercado de bienes y servicios. Al mismo tiempo, les permite a los hogares con negocios retener parte de la liquidez de las comunidades la cual circula mediante compra de insumos locales y pago de salarios.

REFERENCIAS

- Gijón Cruz, A., Espinosa Rojas, C. y Reyes Morales, R. G. (2018). Analysis of subsistence and well-being strategies through a model of household economics in the Tlacolula Valley of Oaxaca State, Mexico. *China-USA Business Review*, 17(5), 221-233
- Blalock, H. (1972). *Estadística Social*. Fondo de Cultura Económica.
- Becker, G. (1983). *El Capital Humano*. Alianza Madrid.
- Berenson, M., Levine, D., Szabat, K. A. & Krehbiel, T. C. (2012). *Basic business statistics: Concepts and applications*. Pearson higher education AU.
- Blanchard, O., Amighini, A. & Giavazzi, F. (2012). *Macroeconomía*. Pearson Educación, S.A.
- Chayanov, A. V. (1925). *La organización de la unidad económica campesina*. Ediciones Nueva Visión.
- Gujarati, D. & Porter, D. (2010). *Econometría*. Mc Graw Hill.
- Navarro Abarzúa, I. (2005). Capital Humano su definición y alcances en el desarrollo local y regional. *Archivos Análíticos de Políticas Educativas*, 1-39.
- Norusis J., M. (1993). *SPSS for Windows Base System User's Guide Release 6.0*. SPSS Inc.
- Reyes Morales, R., Gijón Cruz, A. & Cruz Hernández, I. (2015). Migración internacional, economías familiares, mercados y medio ambiente en México. *Migración y Desarrollo*, 117-150.
- Salas Alfaro, R., Cruz Vásquez, M. & Juárez Pérez, M. (2014). *Migración Internacional, actividades laborales y distribución del ingreso en San Miguel del Valle, Oaxaca*. UPAEP.
- Todaro, M. & Smith, S. (2015). *Economic Development*. Pearson.
- Todaro, M. (1982). *Economía para un mundo en desarrollo*. Fondo de Cultura Económica.

CUERPO ACADÉMICO

QUÍMICA, SALUD Y DESARROLLO REGIONAL

(UABJO-CA-49)

Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma Benito Juárez de
Oaxaca

Líneas de Investigación:

1. Química, Salud y Desarrollo Regional
2. Evaluación Educativa

Miembros:

Alicia Sylvia Gijón Cruz (agijon.cat@uabjo.mx) (Líder del CA)
Juan Luis Bautista Martínez (jlbautistam@gmail.com)
Nadia Esteva Duran (nadia_estevaduran@hotmail.com)

Colaboradores del CA:

Rafael G. Reyes-Morales
Edgar Caballero-López

CUERPO ACADÉMICO INVESTIGACIÓN EN SALUD (UABJO-CA-63)

Facultad de Odontología y Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca

Línea de investigación:

1. Epidemiología, tratamientos y mecanismos moleculares de enfermedades inflamatorias, infecciosas y neoplásicas.

Miembros:

Yobana Pérez Cervera (yobanper@gmail.com) (Líder del CA)
Adriana Moreno Rodríguez (arimor10@hotmail.com)
Rafael Torres Rosas (drtorres1981@hotmail.com)

Colaboradores:

José de Antonio de Fuentes Vicente (jose.defuentes@unicach.mx)
Liliana Argueta Figueroa (l_argueta_figueroa@hotmail.com)
Maribel Arroyo Carranza

CUERPO ACADÉMICO

INMUNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA CLÍNICA

(UABJO-CA-65)

Facultad de Ciencias Químicas y Facultad de Medicina
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca

Líneas de investigación:

1. Detección y caracterización molecular de patógenos de importancia en salud pública.
2. Investigación biomédica

Miembros:

Honorio Torres Aguilar (qbhonorio@hotmail.com) (Líder del CA)
Luis Alberto Hernández Osorio (luisheol@hotmail.com)
Lucía Lourdes Martínez Martínez (lumartin1969@yahoo.com.mx)
Jaime Vargas Arzola (vajcquabjo@hotmail.com)
Sergio Roberto Aguilar Ruíz (sar_cinvestav@hotmail.com)

CUERPO ACADÉMICO QUÍMICA Y SALUD AMBIENTAL (UABJO-CA-71)

Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca

Líneas de investigación:

1. Uso y aprovechamiento de recursos naturales para la salud y el ambiente
2. Educación y prevención de riesgos a la salud y al ambiente.

Miembros:

Héctor Ulises Bernardino Hernández (hbernardino@yahoo.com) (Líder del CA)
José Ángel Cueva Villanueva (ángelus_pub@hotmail,.com)
Leobardo Reyes Velasco (lreyes.cat@uabjo.mx)
Gabriel Sánchez Cruz (gsanchez@uabjo.mx)
Arturo Zapién Martínez (zaarma@yahoo.com)

Colaboradores del CA:

Asela Garnica Sánchez (gasa_73_qfb@hotmail.com)
Mario Alfredo Urbina Mata
Yonic Iván Ramírez Caballero
Mayra Patricia Gaspar Aguilar
Ericel Hernández García (ericledimp@gmail.com)

CUERPO ACADÉMICO

SALUD AMBIENTAL Y OCUPACIONAL

(UNACH-CA-49)

Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Autónoma de Chiapas

Líneas de investigación:

1. Evaluación de riesgos en salud por contaminación ambiental
2. Epidemiología
3. Toxicología ambiental
4. Desarrollo de métodos analíticos

Miembros:

Crispín Herrera Portugal (herreraportugal55@gmail.com) (Líder del CA)
Velia Vela Arévalo (velavelia@hotmail.com)
Guadalupe Franco Sánchez (mozafranco@hotmail.com)
Humberto Octavio Barrientos Becerra (hobarrientos@hotmail.com)
Miguel Ángel Hernández Balboa (balboavv@hotmail.com)

Colaboradores del CA:

Marco Antonio Jimeno Zavala (jimeno9@yahoo.com.mx)

CUERPO ACADÉMICO

FISIOLOGÍA Y FISIOPATOLOGÍA

(UAEMOR-CA-75)

Facultad de Medicina
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Líneas de investigación:

1. Desarrollo de bioensayos para evaluar sustancias bioactivas y determinar su potencial terapéutico o mecanismo tóxico.
2. Caracterización molecular de procesos fisiológicos y patológicos.

Miembros:

Jesús Santa Olalla-Tapia (jsa@uaem.mx)[†]
José Santos Ángeles Chimal (chimal@uaem.mx)[†]

Colaboradores del CA:

Itzel Amairani Gutiérrez Reyna (amairani.reyna@outlook.com)
Lizeth Rivas Pacheco (lizeth.rp.22.lr@gmail.com)

