



# Tomo 02

## *Ciencias de la Salud*

Paper	Título	Autores	Primer Autor	Página
FRE114	Evaluación Histopatológica y de Indicadores de Estrés Oxidativo Inducidos por la Co-exposición de Arsénico y Material Particulado Fino (PM2.5) en un Modelo Murino	Dra. Irma Elizabeth González-Curiel M en C. Irving Trejo Ramos Dr. César E. Rivas-Santiago Dr. Osbaldo Navarro Solís Dr. Raúl Adrián Martínez Orozco Dr. Guillermo Quiñones Reyes Dra. Susana Godina González M en C. Elvia Valdez Valdez M en C. Magdalena Parga Castro Dra. Gwendolyne Méndez Frausto	González-Curiel	1
FRE145	El Servicio Gerontológico: Reflexiones desde la Práctica Privada	Dra. Jaqueline Guadalupe Guerrero Ceh Lic. José Francisco Duarte Méndez Mtra. Claudia Beatriz Novelo Berzunza Br. Luis Emmanuel Can Sánchez Dr. José Luis Canto Ramírez	Guerrero Ceh	6
FRE052	Propiedades Fisicoquímicas y Texturales de Salchichas de Cerdo Formuladas con Harina de Chicharo como Sustituto de la Grasa Animal	Dra. Gema Morales Olán Dra. María Antonieta Ríos Corripio Dr. Joel Velasco Velasco Dra. Aleida Selene Hernández Cázares	Morales Olán	10
FRE066	Aplicación de la Medicina Herbolaria para las Infecciones Bacterianas, en Tlaxcalancingo, Puebla	QFB. Julio César Muro Altieri Dra. Norma Elena Rojas Ruiz Dra. Rosalía del Carmen Castelán Vega Dra. María Guadalupe Hernández Linares Dra. Laura Morales Lara Dr. Jorge Antonio Yañez Santos Dra. Edith Chávez Bravo	Muro Altieri	15
FRE129	Efecto del Consumo de Alga Espirulina ( <i>Arthrospira platensis</i> ) sobre el Perfil Lipídico en Adultos con Síndrome Metabólico	Lic. Médico Cirujano Horacio Rafael Vargas Baños Dr. José Alberto Ariza Ortega	Vargas Baños	21

# Evaluación Histopatológica y de Indicadores de Estrés Oxidativo Inducidos por la Co-exposición de Arsénico y Material Particulado Fino (PM<sub>2.5</sub>) en un Modelo Murino

Dra. Irma Elizabeth González-Curiel<sup>1</sup>, M en C. Irving Trejo Ramos<sup>2</sup>, Dr. César E. Rivas-Santiago<sup>3</sup>, Dr. Osbaldo Navarro Solís<sup>4</sup>, Dr. Raúl Adrián Martínez Orozco<sup>5</sup>, Dr. Guillermo Quiñones Reyes<sup>6</sup>, Dra. Susana Godina González<sup>7</sup>, M en C. Elvia Valdez Valdez<sup>8</sup>, M en C. Magdalena Parga Castro<sup>9</sup>, Dra. Gwendolyne Méndez Frausto<sup>10</sup>

**Resumen**— La contaminación es un problema de salud pública con incidencia directa en salud y ambiente. Existen diversos agentes tóxicos entre los que destaca el arsénico (As) y el material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>). Hasta el momento, existen diversos reportes científicos que demuestran el efecto de ambos agentes sobre el corazón y riñón. En el presente trabajo, se evaluaron parámetros bioquímicos e histológicos relacionados con la función cardiaca y renal en un modelo murino de co-exposición a As y PM<sub>2.5</sub>. Los resultados muestran que, en el tejido cardiaco se observó metaplasia cartilaginosa (MC) en los grupos expuestos a As, PM<sub>2.5</sub> y en co-exposición. Las concentraciones de CK-MB y DHL se observaron incrementadas de manera tiempo-dependiente en los grupos antes mencionados; mientras que en tejido renal no se observó ningún cambio significativo. En conclusión, nuestros resultados sugieren que ambos agentes tóxicos promueven daños cardiacos de manera temprana, se requiere más investigación para detallar los mecanismos intrínsecos en futuras investigaciones.

**Palabras clave**—Contaminación, arsénico, material particulado, corazón, riñón.

## Introducción

La contaminación es un problema de salud pública consolidado en las últimas décadas, afectando directamente a la población humana y al ambiente a consecuencia del crecimiento industrial y de la urbanización [1]. Al respecto, la contaminación del aire provoca que al menos nueve de cada diez personas en el mundo respiren aire altamente contaminado y al menos siete millones de ellas mueren cada año a causa de la contaminación ambiental y doméstica. Por otro lado, el uso y consumo del agua contaminada se ha asociado con más de 842,000 muertes cada año [2]. Entre los principales contaminantes relacionados con los problema de salud en la población se encuentran los óxidos de azufre y nitrógeno, ozono (O<sub>3</sub>), material particulado (PM), compuestos orgánicos y trazas de elementos, entre los que se encuentra: arsénico (As), plomo (Pb), mercurio (Hg), flúor (F) y selenio (Se) [3,4].

La exposición a estos agentes tóxicos sucede a través de la vía inhalatoria o por vía oral. En ese sentido, el As y el PM son compuestos que se encuentran presentes en la vida cotidiana (en el agua y el aire, respectivamente), por lo cual nos encontramos expuestos a ellos de manera simultáneamente [5,6].

Hasta el momento, existen diversos reportes científicos que demuestran su efecto en el desarrollo de algunas alteraciones multisistémicas, principalmente en corazón y riñón [7]. Interesantemente, existe una fuerte interrelación entre estos órganos y cuando existe una disfunción en uno de ellos pueden iniciar y perturbar el fallo en el otro órgano. En el presente estudio, se evaluó el efecto de la co-exposición de arsénico y PM<sub>2.5</sub> sobre la función cardiaca y renal desde el punto de vista histológico y bioquímico, así como el monitoreo de algunos indicadores de estrés oxidativo en un modelo murino.

## Descripción del Método

Se utilizaron 60 ratas Wistar hembras de 8 semanas de edad con un peso entre 440-460 gramos las cuales fueron adquiridas en el bioterio del Campus UAZ siglo XXI. Los especímenes experimentales estuvieron con comida y agua de forma *ad libitum* en jaulas separadas con condiciones de temperatura y humedad controladas, bajo un ciclo de luz/oscuridad de 12 horas; se seleccionaron de manera aleatoria para formar 5 grupos como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 1.

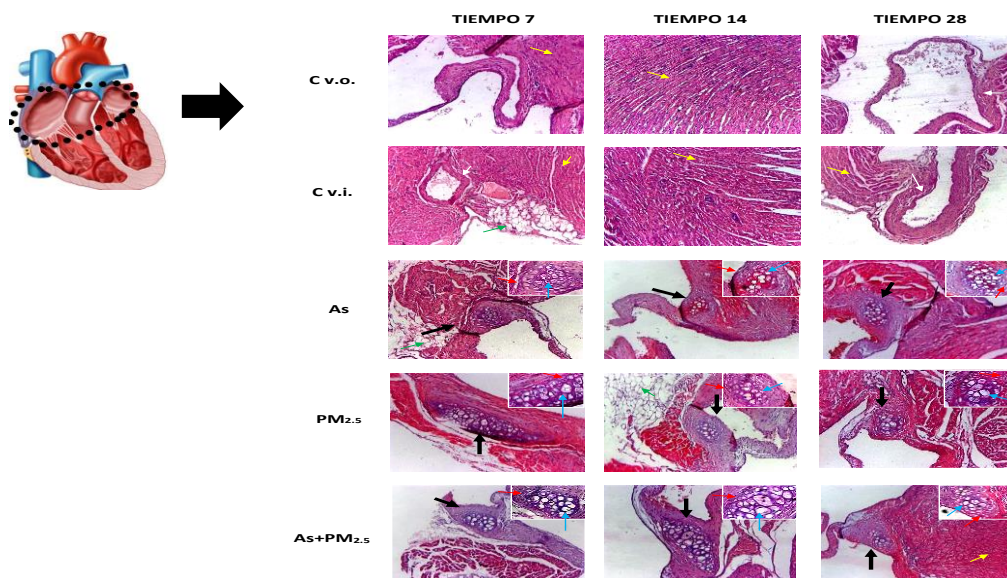
Grupo	Tratamiento	Tiempo de exposición (días)		
		7 d	14 d	28 d
C.v.o	-	n = 4	n = 4	n = 4
C. v.i	-	n = 4	n = 4	n = 4
As (70µg/L)	Arsenito de sodio (NaAsO <sub>2</sub> )	n = 4	n = 4	n = 4
PM <sub>2.5</sub> (640 µg/mL)	PM 2.5	n = 4	n = 4	n = 4
PM <sub>2.5</sub> + As		n = 4	n = 4	n = 4

La administración del material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>) se hizo en solución salina (Solución CS Pisa, PISA, Guadalajara, JAL, MX) por instilación intratraqueal tres veces a la semana durante 28 días, para ello, las ratas fueron anestesiadas en una cámara con 0.1 ml de sevoflurano (Savannlab® Sevoflurano, Piramal Critical Care Inc., Bethlehem, PA, EUA). Se empleó, solución salina como control vía instilación (C.v.i.). Por otro lado, para la exposición a As, se adicionó al agua de bebida arsenito de sodio (NaAsO<sub>2</sub>) y sin ningún agregado para el grupo control vía oral (C.v.o.); todos los especímenes tuvieron acceso *ad libitum* durante 7, 14 y 28 días. Una vez que se cumplieron los tiempos de exposición, se procedió a la extracción de una muestra de sangre por punción cardiaca; posteriormente se llevó a cabo el sacrificio para la recolección del corazón y el riñón de acuerdo con las normas bioéticas para el manejo y cuidado de los animales de experimentación.

La evaluación histopatológica de los órganos antes mencionados se realizó a través de una tinción convencional de H&E; mientras que, la determinación de los parámetros bioquímicos cardiacos como la creatina cinasa (CK), creatina cinasa de tipo MB (CK-MB) y lactato deshidrogenasa (DHL) se hicieron mediante reacciones enzimáticas colorimétricas en un equipo cobas modelo 501. Por otro lado, la evaluación de los indicadores del estrés oxidativo, la Glutatión peroxidasa (GPx) se midió a través de un ensayo colorimétrico y la NADPH oxidasa (NOX4) a través de un inmunoensayo de ELISA tipo sandwich, siguiendo las especificaciones del fabricante. Finalmente, los datos se analizaron con la prueba de Shapiro-wilks para conocer el grado de concordancia entre la distribución de cada grupo, posteriormente se realizó una prueba de ANOVA para la comparación entre grupos seguido de un post-hoc de Benjamini, Krieger and Yekutieli, donde se considerarán diferencias estadísticamente significativas con un valor de  $p < 0.05$ . El análisis se realizará con el paquete estadístico GraphPad Prism versión 8.0 para Windows.

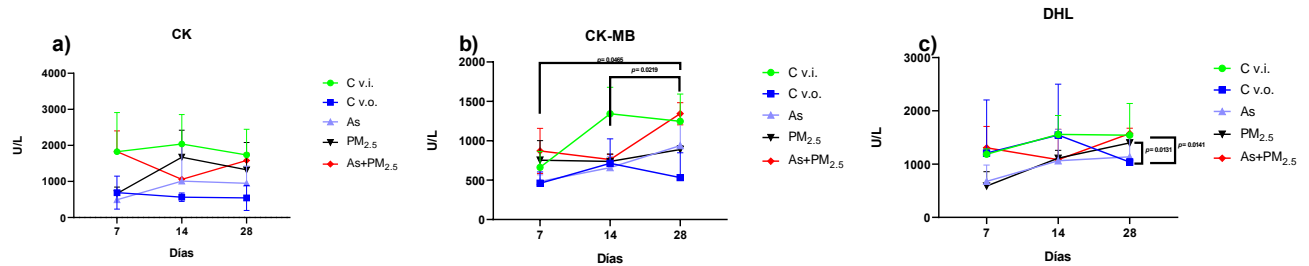
### Resumen de resultados

De manera histológica, el corazón está formado por una pared muscular llamada miocardio, constituido por músculo cardiaco, posee cuatro cámaras: aurículas y ventrículos derechos e izquierdos; el endocardio quien recubre estas cámaras se conforma por tejido conjuntivo denso, con fibras elásticas y haces de células musculares lisas. Por último, se encuentra el miocardio que es la capa más gruesa y compuesta por tejido conjuntivo y cardiomiocitos con núcleos redondos y normocromáticos. En la figura 1 se muestra las alteraciones en las válvulas auriculoventriculares donde se observa hallazgos histopatológicos denominados metaplasia cartilaginosa (MC) (reemplazo de un tejido por otro de distinta naturaleza), en la cual el tejido conectivo fibroso del esqueleto cardiaco es sustituido por hialino maduro, los condrocitos muestran un estado hipertrófico y debido a la ubicación del núcleo de forma excéntrica con depósitos de proteoglicanos; formando cúmulos que se denominan grupos isogénicos, es decir, células en división. Además, se aprecia una distribución irregular de los condrocitos probablemente debido a la presencia de condroblastos en la base de las válvulas auriculoventriculares en los grupos de exposición en comparación con el grupo control a los diferentes tiempos de exposición.



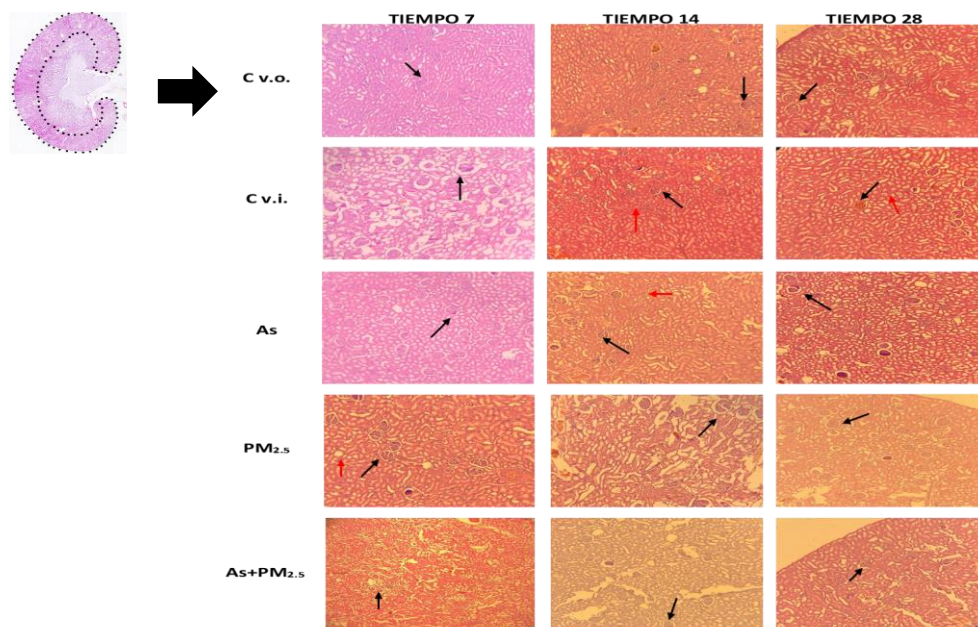
**Figura 1.** Corte transversal de corazón con tinción de H&E; se muestran áreas de MC (flecha negra), condrocitos hipertróficos (flecha azul), condroblastos (flecha roja), adipocitos (flecha verde), fibra muscular (flecha amarilla) y vasos sanguíneos (flecha blanca). 10X y 40X, respectivamente.

Para corroborar los hallazgos histopatológicos en corazón, se evaluó la función cardíaca a través de la determinación de CK, CK-MB y DHL en suero de ratas Wistar. Los resultados muestran que no hubo cambios estadísticamente significativos en las concentraciones de CK entre los distintos grupos y tiempos de exposición (figura 2a). Sin embargo, los niveles de CK-MB aumentaron en el grupo de co-exposición de manera temprana (día 7) respecto al tiempo 28 ( $p=0.0465$ ), de igual manera en dicho grupo, se presentó otro cambio significativo respecto al tiempo 14 ( $p=0.0219$ ), indicando una tendencia al incremento de CK-MB cuando ambos contaminantes se encuentran en co-exposición, lo cual puede ser indicativo de un posible daño cardíaco (figura 2b). Respecto, a la concentración de DHL, se observó cambios significativos en el grupo de co-exposición (día 28) respecto al grupo C.v.i ( $p=0.0141$ ); incluso, en el grupo de  $PM_{2.5}$  al tiempo 28 hubo cambios significativos respecto al mismo grupo C.v.i ( $p=0.0131$ ), indicando, una tendencia al incremento de DHL ante la presencia de  $PM_{2.5}$  y cuando este se encuentra de manera simultánea con As, lo cual puede ser indicativo de un posible rompimiento celular (figura 2c).



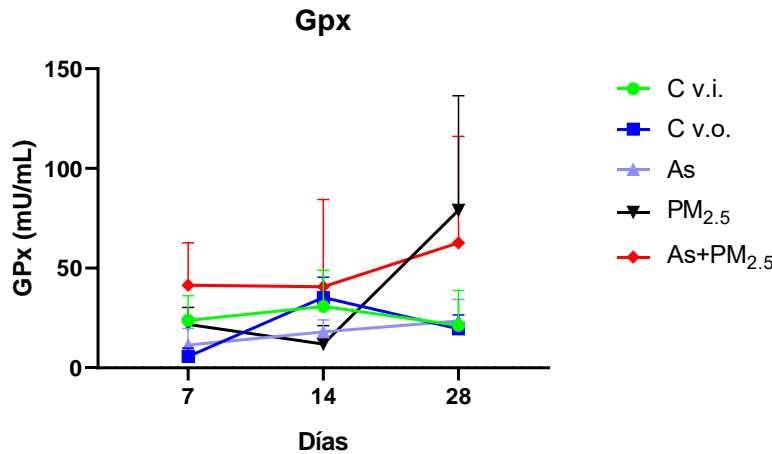
**Figura 2.** Evaluación de los parámetro bioquímicos de perfil cardíaco, CK, a); CK-MB, b); DHL, c) en los distintos grupos de tratamiento y tiempos de exposición. Se realizó la comparación con prueba de ANOVA seguido de un post-hoc de Benjamini, Krieger and Yekutieli. Se consideró un valor de  $p<0.05$  como diferencias estadísticamente significativas.

Otro resultados importante corresponde al riñón. Este órgano se caracteriza en cuatro capas: capsula, corteza, medula y cáliz. Por debajo de la capsula de tejido conjuntivo se encuentra la región denominada corteza renal. En esta región del parénquima renal, se caracteriza por la presencia de glomérulos o también conocidos como corpúsculos renales que forman parte de la nefrona, así como los túbulos contorneados proximales y distales, que en conjunto forman los laberintos corticales. En la Figura 3, se observa los glomérulos, así como los túbulos que lo rodean y parte de la capsula, evidenciando que no existen alteraciones histológicas entre los diferentes grupos de tratamiento en comparación con los grupos control en sus distintos tiempos de exposición.



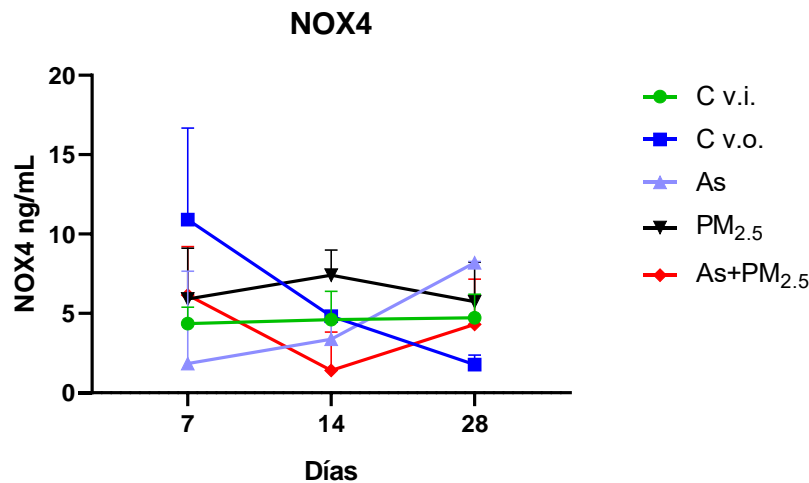
**Figura 3.** Corte transversal de riñón donde se observa la porción de corteza con tinción de H&E en el objetivo de 10x, en los distintos grupos de tratamiento y control en sus distintos tiempos de exposición.

La Glutación peroxidasa es una de las enzimas que tienen su actividad en las transformaciones de especies reactivas del oxígeno (ROS), catalizando la reducción del peróxido para lo cual utiliza como agente reductor al glutatión reducido. Esta enzima desempeña un importante papel en la defensa antioxidante por su localización en todos los órganos y tejidos. Se realizó la comparación de la actividad de GPx de los distintos grupos de tratamiento y controles a los diferentes tiempos de exposición. Los resultados muestran que no hubo cambios significativos (figura 4) Sin embargo, se observó una tendencia al incremento en la actividad de GPx en el grupo de PM<sub>2.5</sub> en los distintos tiempos.



**Figura 4.** Comparación de la actividad de GPx en los distintos grupos de tratamiento y controles en sus distintos tiempos de exposición. Se realizó la comparación con prueba de ANOVA seguido de un post-hoc de Benjamini, Krieger and Yekutieli. Se consideró un valor de  $p < 0.05$  como diferencias estadísticamente significativas.

Del mismo modo, se determinó la actividad de NOX4 de los distintos grupos de tratamiento y controles en sus distintos tiempos de exposición. Los resultados muestran que no hubo cambios significativos; no obstante, en la figura 5, se observó una tendencia al incremento en la actividad de NOX4 en el grupo tratado con As conforme pasa el tiempo, interesantemente, al estar presente de manera simultánea con el PM<sub>2.5</sub>, es notorio una disminución y estabilización por parte de la enzima en los mismos tiempos.



**Figura 5.** Comparación de la actividad de NOX4 en los distintos grupos de tratamiento y controles en sus distintos tiempos de exposición. Se realizó la comparación con prueba de ANOVA seguido de un post-hoc de Benjamini, Krieger and Yekutieli. Se consideró un valor de  $p < 0.05$  como diferencias estadísticamente significativas.

### Conclusiones

Los hallazgos histopatológicos son manifestados como metaplasia cartilaginosa (MC) en tejido cardiaco en los grupos tratados con As, PM<sub>2.5</sub> y en co-exposición. Se evaluaron con parámetros bioquímicos donde CK-MB y DHL demuestran un incremento en su concentración sérica conforme al tiempo de exposición. No se identificaron características patológicas en la corteza renal y las concentraciones de los indicadores de estrés oxidativo (GPx) y (NOX4) se mantuvieron de manera similar entre los grupos.

### Recomendaciones

Nuestros resultados sugieren que ambos agentes tóxicos promueven daños cardiacos de manera temprana, se requiere más investigación para detallar los mecanismos intrínsecos en futuras investigaciones y a manera de perspectiva del presente trabajo, los autores recomiendan evaluar el marcador de troponina, el cual es específico para infarto al miocardio, para determinar si la presencia de la metaplasia cartilaginosa (MC) es consecuencia a este fenómeno tras la co-exposición de As y PM<sub>2.5</sub>.

### Referencias

1. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (ATSDR). 2005. Reseña Toxicológica del Arsénico (versión para comentario público) (en inglés). Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública.
2. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Efectos del material particulado (PM) sobre la salud y el medioambiente. 2018.
3. Blum MF, Surapaneni A, Stewart JD, Liao D, Yanosky JD, Whitsel EA, et al. Particulate matter and albuminuria, glomerular filtration rate, and incident ckd. Clin J Am Soc Nephrol [Internet]. 2020 Mar 6 [cited 2021 Apr 6];15(3):311–9. Available from: /pmc/articles/PMC7057299/.
4. Liao YT, Chen CJ, Li WF, Hsu LI, Tsai LY, Huang YL, et al. Elevated lactate dehydrogenase activity and increased cardiovascular mortality in the arsenic-endemic areas of southwestern Taiwan. Toxicol Appl Pharmacol. 2012 Aug 1;262(3):232–7.
5. Medina-Pizzali ML, Robles P, Mendoza M, Torres C. Arsenic intake: Impact in human nutrition and health [Internet]. Vol. 35, Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica. Instituto Nacional de Salud; 2018 [cited 2020 Sep 21]. p. 93–102. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29924286/>
6. Sanders AP, Mazzella MJ, Malin AJ, Hair G, Busgang SA, Saland JM, et al. Combined exposure to lead, cadmium, mercury, and arsenic and kidney health in adolescents age 12–19 in NHANES 2009–2014. Environ Int [Internet]. 2019 Oct 1 [cited 2021 Apr 6];131:104993. Available from: /pmc/articles/PMC6750805/
7. World Health Organization (WHO), Water. 2019.

# El Servicio Gerontológico: Reflexiones desde la Práctica Privada

Jaqueline Guadalupe Guerrero Ceh<sup>1</sup>, José Francisco Duarte Méndez<sup>2</sup>,  
Claudia Beatriz Novelo Berzunza<sup>3</sup>, Luis Emmanuel Can Sánchez<sup>4</sup> José Luis Canto Ramírez

**Resumen**—El envejecimiento de la población es un tema que ha estado presente en la política social de todos los países. Este estudio tiene como objetivo analizar los aspectos generales del servicio gerontológico que se ofrece a los clientes. Es un estudio documental complementado con la experiencia derivada de la observación empírica, el instrumento es una entrevista, la muestra es por conveniencia, integrada por diez estudiantes. Resultados: se encontró que no está regulado el servicio que se ofrece, las tarifas varían y la formación de las personas que ofrecen el servicio no está garantizada. Conclusiones: es necesario que la sociedad esté informada sobre el tema del servicio gerontológico, las Instituciones Educativas del área de la salud deben ofrecer una capacitación en el tema de cuidados.

**Palabras clave**— servicio gerontológico, cuidador, atención domiciliaria, formación profesional, calidad en el servicio.

## Introducción

Desde el año 2016 el Instituto Nacional de Geriátría expresaba en todos los foros en los que tenía oportunidad, que estábamos viviendo como sociedad una oportunidad única, por el bono demográfico, con el cual teníamos las posibilidades de prepararnos para un escenario muy terrible, me atrevo a decir “catastrófico” para todas las ciudades del mundo, los países europeos siempre han marcado la tendencia y se estima que en el año 2050 ya lo estemos viviendo en los países latinoamericanos, si las políticas públicas no aprovecharon el bono demográfico, en el 2050 se pagará con creces la factura. Esta situación amerita tener personas preparadas para el cuidado a domicilio, deben ser personas profesionales, que brinden sus servicios a un precio justo y acorde a las acciones que realicen con el paciente. La Licenciatura en Gerontología no tiene como perfil de egreso el ser formadora de cuidadores, sin embargo, es la actividad que están desarrollando nuestros estudiantes, los están contratando desde ahora, siendo importante que las autoridades académicas tomen conciencia de esta situación y ofrezcan a través de cursos extracurriculares la formación que requieren para que la atención que brinden sea en un marco bioético y evitar la iatrogenia.

## Metodología

Esta investigación es de tipo documental, el cual se ha complementado con la experiencia derivada de la observación empírica, el alcance es descriptivo y el diseño es no experimental, transversal. El instrumento utilizado para la obtención de los datos es una entrevista semiestructurada de creación propia (Apéndice 1). La muestra es por conveniencia, integrada por diez estudiantes que cursan el programa educativo de Licenciatura en Gerontología y que han ofrecido sus servicios a domicilio como parte de la práctica privada.

## Procedimiento

Para el desarrollo de esta investigación se presentó la propuesta al equipo de investigadores, luego se identificó a los estudiantes que combinan sus responsabilidades académicas con la práctica privada como cuidadores de personas envejecidas en sus domicilios, se les explicó el objetivo del estudio, realizamos la invitación a catorce personas, siguiendo la estrategia de visita personalizada, de los cuales finalmente colaboraron nueve personas que decidieron apoyarnos, a quienes se les aplicó la entrevista, los datos se analizaron en el programa de Excel.

## Referencias bibliográficas

El gerontólogo es el profesional especializado desde su formación educativa, cuya función es de realizar la valoración gerontológica integral (VGI) y poder realizar intervenciones acordes a cada perfil de la persona mayor,

<sup>1</sup> Jaqueline Guadalupe Guerrero Ceh, Doctor en Ciencias de Educación es Profesor Investigador de Tiempo Completo imparte docencia en la Licenciatura en Gerontología en la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Campeche, México. [jguerre@uacam.mx](mailto:jguerre@uacam.mx) (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> José Francisco Duarte Méndez, Licenciado en Gerontología, es docente en la Licenciatura en Gerontología de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Campeche, México. [jfduarte@uacam.mx](mailto:jfduarte@uacam.mx)

<sup>3</sup> Claudia Beatriz Novelo Berzunza, Licenciada en Gerontología y Maestra en Pedagogía, imparte docencia en la Universidad Guadalupe Victoria, en la Ciudad de San Francisco de Campeche, Campeche, México. [cnobelob@guadalupe-victoria.edu.mx](mailto:cnobelob@guadalupe-victoria.edu.mx)

<sup>4</sup> Luis Emmanuel Can Sánchez, es estudiante de la Licenciatura en Gerontología en la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Campeche, México. [al058452@uacam.mx](mailto:al058452@uacam.mx)

<sup>5</sup> José Luis Canto Ramírez, Doctor en Educación, Profesor de tiempo completo. Imparte docencia y desarrolla investigación en Posgrado en la Universidad Pedagógica Nacional, Unidad 041. [cantoramirez@yahoo.com.mx](mailto:cantoramirez@yahoo.com.mx)



fomentar el autocuidado, la independencia, la autonomía y favorecer una cultura de envejecimiento y de prevención con la finalidad de alcanzar niveles de bienestar y alta calidad de vida en la población adulta mayor. (INAPAM, 2019)

Siendo el gerontólogo el experto en efectuar la VGI de manera fluida, con la perspicacia de conocer, priorizar la aplicación de los test, cuestionarios y exploración física, cognitiva, emocional y social, que estas acciones determinará la ejecución de las intervenciones específicas, individualizada, con enfoque centrado en la persona mayor con la validación de estas acciones por parte del cliente o del familiar o cuidador primario. El conjunto de la valoración y la realización del plan de intervención respetando su autonomía y toma de decisión. El gerontólogo deberá de capacitarse, actualizarse desde los test, cuestionarios, metodología e intervenciones en las diversas afecciones y patologías, desde la forma preventiva o intervención patológica.

El cuidado de las personas mayores asume una gran responsabilidad, por ende, los profesionales en Gerontología tienen la obligación de desarrollar todas las habilidades que permitan una intervención de calidad y eficacia. Al respecto Sevilla Segura (2002), menciona que "Las características de la persona prestataria de cuidados para mayores–persona cuidadora de mayores– y del profesional en Gerontología deben enmarcarse en acciones que sean acertadas para dar soporte a las demandas tanto explícitas como implícitas que recibirá la persona cuidadora, no solo de las personas adultas mayores a quienes apoyará, sino de su propio proceso de envejecimiento"

Las y los gerontólogos como los demás profesionales sanitarios tienen la ardua labor de tratar directamente con la persona mayor, que actualmente es donde se ve su intervención, es quien tiene el compromiso y responsabilidad de velar por la integridad de la persona envejecida a la cual realiza el préstamo de servicios a nivel domiciliario, sin embargo, podemos identificar que esta profesión al ser relativamente joven aún no cuenta con el número significativo en cada estado que permita la participación del gerontólogo para la intervención domiciliaria para cada adulto mayor.

En cuanto a los objetivos que se deberían de tomar en cuenta sobre la atención asistencial Martínez Rodríguez (2011) sostiene que:

*no deben quedarse solo en proteger a la persona, sino también deben plantearse, con independencia de su nivel competencial, la capacitación y la provisión de apoyos para favorecer la máxima autogestión y vida independiente. El desarrollo de la autonomía, el logro de la máxima independencia y el bienestar subjetivo son los objetivos que de una forma equilibrada han de orientar los planes de atención. (p. 48)*

La intervención ideal de los gerontólogos es desarrollar la autopercepción, validación de las tomas de decisiones de los pacientes que no presentan alteración cognitiva que los inhabilite, desarrollar y mejorar la autonomía de las personas envejecidas, eliminar los prejuicios por edadismos o condición patológica en los familiares y cuidadores, para disminuir la infantilización y el maltrato del cuidador primario hacia el geronte. Los planes de atención y en cada una de las intervenciones a ejecutar se debe involucrar al familiar del cliente, siendo este quien nos brinde mayor información en la evolución del sujeto.

La formación de los profesionales es primordial para imprimir un enfoque integrador del cuidado (Zarebsky, 2009, Soto y Pineda, 2003, Martínez, 2011) que es, sin duda, un problema de todos y desde esta perspectiva profesional se precisa de especialización e Interdisciplinariedad para crear vínculos horizontales que permitan el abordaje integral y personalizado de la problemática de cada persona mayor.

La importancia de la existencia de los profesionales con especialidad o subespecialidad en la rama gerontológica y geriátrica, hace enriquecedor la intervención, vinculándose la multi, inter y transdisciplinar en la atención, asistencia, intervención, rehabilitación tanto física como psicológica de la población envejecida. podemos mencionar desde el geriatra, gerontólogo, fisioterapeuta geriátrica, neurológica geriátrica, gerocultor, enfermería geriátrica quienes son los expertos y que con ellos la intervención geriátrica y gerontológica y tratamiento rehabilitatorio se hace más eficaz la evolución del paciente o tratamiento paliativo.

Como resumen el CEPAL 2006, propone diez características sobre el cuidado integrador de las personas mayores, haciendo hincapié en el aspecto del cuidado personalizado, es decir, que será de acuerdo con las necesidades particulares y centrado en la persona y su bienestar cotidiano, respetando su autonomía, considerando en especial sus derechos, preferencias, decisiones y deseos (Fernández, 2008, Zamora Rubio, 2009)

Las diez características explican que debe de tener el gerontólogo al momento de realizar la intervención es que debe de ser continua, progresiva, individualizado o personalizado, integral, interdisciplinario, situacional, interinstitucional, accesible y controlado, planificado y asesorado. Estos aspectos hacen énfasis en lo mencionado con anterioridad, donde el objetivo de cada intervención es referenciado por el paciente y con la necesidad de mejorar las redes de atención primaria, secundaria y terciaria, que lleva a cabo los modelos de prevención y atención gerontológica, siendo el eje rector la comunidad gerontológica, en la que se debe de tomar en cuenta a los residente comunitarios y

urbano que tengan los medios pertinentes y que cuente con seguridad social ya sea por parte de las instituciones como Bienestar, ISSSTE, IMSS o instancias privadas.

### Resultados

Se encontró que no está regulado el servicio que se ofrece, las tarifas varían y la formación de las personas que ofrecen el servicio no está garantizada. A menudo se observa que los estudiantes de gerontología son preparados académicamente para desempeñarse en diferentes ambientes, ya sea en empresas públicas o privadas. Sin embargo, al detenernos a observar las prácticas que estos realizan se observan muchas deficiencias.

Estas carencias traen como consecuencias la desinformación de las familias en temas de cuidado hacia sus familiares. Al mismo tiempo, las malas prácticas o ejecuciones deficientes de algunos profesionales gerontólogos, abonan a las malas experiencias por parte de los familiares quienes buscan un cuidado adecuado para las personas mayores, esto hace difícil la revalorización en cuanto a la remuneración de dichos cuidados profesionales. Por un lado, hay quienes tienen experiencia y conocimiento adecuado, pero no condicionan tarifas altas a sus pacientes, y por el otro extremo se observa a los antes mencionados que aún con falta de conocimiento y ética profesional exigen tarifas altas por sus servicios haciendo un completo descontrol al respecto.

### Análisis

De los nueve sujetos de estudio, todos expresaron que no han recibido capacitación formal en el tema de cuidadores, también aceptan que desconocen las instancias formales que capacitan a cuidadores. El 100% de los entrevistados afirman que se dedican a cuidar personas a domicilio para ayudar en sus gastos diarios escolares.

### Conclusiones

Es necesario que la sociedad esté informada sobre el tema del servicio gerontológico, las Instituciones Educativas del área de la salud deben ofrecer una capacitación en el tema de cuidados.

El tema del envejecimiento aún es poco abordado en la sociedad. Respecto a esto, el gobierno y la sociedad dejan en segundo plano este aspecto, prestando poca atención a las consecuencias que la falta de información traerá consigo.

Por su parte, las Instituciones Educativas a nivel medio superior y superior han sido pioneras en ofrecer ofertas educativas innovadoras, tal el caso del CECYTEC que ofrece las carreras técnicas en gericultura y profesional asociado en Gerontología, en cuanto a la Universidad Autónoma de Campeche propuso la Licenciatura en Gerontología y a su vez otras Instituciones privadas han ido sumándose a estas propuestas ofreciendo la misma carrera.

Sin embargo, se hace necesario crear propuestas e iniciativas que permitan a estas Instituciones acercarse a la población y ofrecer capacitación relacionada a los cambios y problemas que pueden presentarse en la tercera edad, así como la importancia que tienen los Gerontólogos como profesionales de los cuidados en el área.

Esto permitirá tomar conciencia sobre aquellas situaciones que día a día se presentan con las personas mayores, y que solo un profesional enfocado en el área es el indicado para intervenir y ofrecer una atención eficaz y adecuada.

### Limitaciones

Este estudio tuvo limitaciones de tiempo, se requiere un poco más para poder integrar a más estudiantes que se dedican a ser cuidadores. Está pendiente el acercamiento con la autoridad académica para compartirle los datos obtenidos en la investigación.

### Recomendaciones

Estamos interesados en continuar nuestra investigación concentrándose en indagar sobre las asignaturas adecuadas del plan de estudios que deben cursar los profesionales de Gerontología para que se garantice el correcto perfil de egreso.

Sensibilizar a los estudiantes de la Licenciatura en Gerontología sobre la importancia de la formación en temas de cuidados de personas mayores, para que puedan desempeñarse mejor cuando los contratan por los servicios de cuidadores.

### Referencias

- INAPAM. (31 de julio de 2019). *La importancia de la gerontología y el papel de los gerontólogos*. Instituto Nacional de las Personas Mayores (en línea), consultado en internet el 11 de abril del 2023. Recuperado de <https://www.gob.mx/inapam/es/articulos/la-importancia-de-la-gerontologia-y-el-papel-de-las-y-los-gerontologos>
- Rodríguez, M. (2014). *Enfoque integrador del cuidado de las personas mayores en una sociedad envejecida*. Gerontología ORG. consultado en internet el 10 de abril de 2023. Recuperado de [https://gerontologia.org/portal/archivosUpload/uploadManual/RLG\\_Magdalena\\_Rodriguez\\_Enfoque\\_integrador\\_del\\_cuidado.pdf](https://gerontologia.org/portal/archivosUpload/uploadManual/RLG_Magdalena_Rodriguez_Enfoque_integrador_del_cuidado.pdf)
- Rodríguez, T. M. (2011). *La atención Gerontológica centrada en la persona*. Gobierno Vasco. Consultado el 10 de abril de 2023, pág. 213. Recuperado de <http://www.acpgerontologia.com/documentacion/guiatenciongerontologiacentradaenlapersona.pdf>

Sevilla Segura, K. (2010). *La intervención Gerontológica con personas cuidadoras de personas mayores*. Anales en Gerontología, 113-121. ISSN:1659-0813 Consultado en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6140286.pdf>

### Notas Biográficas

La **Dra. Jaqueline Guadalupe Guerrero Ceh**, tiene un Posdoctorado en Innovación Educativa, es Doctora en Ciencias de la Educación, con una Maestría en Gerontología avalada por la Universidad de León, España, además de una Maestría en Educación Superior, con Licenciatura en Humanidades. Con más de cinco años consecutivos tiene Perfil PRODEP, profesor investigador de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Campeche, autora de capítulos de libro y artículos científicos, directora de Tesis de Doctorado, Maestría y Licenciatura. Con más de 18 años de experiencia como docente en nivel superior. Línea de investigación: Educación y Gerontología.

El **Lic. José Francisco Duarte Méndez**, Maestrante en Gerontología Social en la Universidad Internacional Iberoamericana, formación como Licenciado en Gerontología en la Universidad Autónoma de Campeche, más de cuatro años de experiencia docente a nivel superior, ha realizado investigaciones que han sido publicadas en revista en diversas líneas como diabetes, intervenciones gerontológicas en zona rural, educativa, entre otras. Actualmente labora como docente en la Universidad Autónoma de Campeche.

La **Mtra. Claudia Beatriz Novelo Berzunza**, tiene la Maestría en Pedagogía, cuenta con la Licenciatura en Gerontología, actualmente cursa la Maestría en Gerontología social a través de la UNINI, se desempeña como profesora de la Universidad Guadalupe Victoria, con más de cinco años de experiencia en educación superior; ha dirigido Tesis y es autora de artículo.

El **Br. Luis Emmanuel Can Sánchez**, cursa actualmente el último semestre de la Licenciatura en Gerontología, en la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Campeche, México, siempre entusiasta e interesado por aprender y aplicar su conocimiento, ha colaborado en ponencias y actualmente colabora en una investigación en el ejido de Xkunchel, Tenabo Campeche, que será tema para desarrollar su Tesis como opción de titulación.

El **Dr. José Luis Canto Ramírez**. Doctor en Educación, Profesor de tiempo completo. Imparte docencia y desarrolla investigación en Posgrado en la Universidad Pedagógica Nacional, Unidad 041.

### Apéndice

Entrevista utilizada en la investigación

#### Guía de entrevista para estudiantes de gerontología que se dedican a ser cuidadores

##### Datos de identificación

Semestre que cursa en la Licenciatura en Gerontología \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Estado civil: \_\_\_\_\_

Dirección completa: \_\_\_\_\_

Grado académico: \_\_\_\_\_ Oficio o Profesión \_\_\_\_\_

##### I. Dimensión socioeconómica

###### 1. Origen de ingreso:

En qué tipo de estrato económico se ubica: Pobreza \_\_\_ Bajo \_\_\_ Medio \_\_\_ Alta \_\_\_

Recibe apoyo económico Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_ si la respuesta es afirmativa indique la procedencia \_\_\_\_\_

Recibe alguna prestación económica de parte del Estado o de otra institución: Si: \_\_\_ No: \_\_\_

La cantidad que recibe cubre sus necesidades básicas: Si: \_\_\_ No: \_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

##### II. Dimensión de cuidados

1. ¿Se dedica a ser cuidador a domicilio de personas mayores? Sí \_\_\_ No \_\_\_

2. ¿A la semana cuántos días se dedica a cuidar a personas mayores en su domicilio? Sí \_\_\_ No \_\_\_

3. ¿Se ha capacitado para ser cuidador? \_\_\_

4. Si la respuesta anterior es sí escriba los cursos que ha acreditado

##### III. Estado de salud

1. Con relación a su estado de salud ¿Cómo la considera el día de hoy?

Muy buena \_\_\_ Buena \_\_\_ Mala \_\_\_ Muy mala \_\_\_ No sabe / No responde \_\_\_

2. Padece alguna enfermedad crónica: Si: \_\_\_ No: \_\_\_ Cuál: \_\_\_\_\_

3. Se observa alguna discapacidad: Si: \_\_\_ No: \_\_\_ Tipo de discapacidad: \_\_\_\_\_

4. Dependencia funcional: Si \_\_\_ No \_\_\_ En qué \_\_\_\_\_

5. ¿Cómo se visualiza en 5 a 10 años? \_\_\_\_\_

6. ¿Qué considera que es necesario para usted y sus necesidades de cuidado o atención?

##### IV. Percepción psicoemocional

1. Cada cuánto se reúne con amigos, familia, conocidos a convivir: Nunca \_\_\_ Muy poco \_\_\_ poco \_\_\_ Frecuente \_\_\_ Siempre \_\_\_

2. ¿Se siente solo? Si \_\_\_ No \_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

3. ¿Cuenta usted con vínculos afectivos familiares, de amigos o institucionales? Si \_\_\_ No \_\_\_ Cuales o cuantas describa \_\_\_\_\_

4. ¿Cuál ha sido su estado emocional que muestra con frecuencia?: Tristeza \_\_\_ Ira \_\_\_ Ansiedad \_\_\_ Desesperación \_\_\_ Estrés \_\_\_ Felicidad \_\_\_ Desgano \_\_\_

5. A tenido pensamientos suicidas: Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

6. ¿En esos momentos a quien recurre o con quien se encuentra? Familia \_\_\_ Amigos \_\_\_ Mascota \_\_\_ Solo \_\_\_

# Propiedades Fisicoquímicas y Texturales de Salchichas de Cerdo Formuladas con Harina de Chícharo como Sustituto de la Grasa Animal

Dra. Gema Morales Olán<sup>1</sup>, Dra. María Antonieta Rios Corripio<sup>2</sup>,  
Dr. Joel Velasco Velasco<sup>3</sup>, Dra. Aleida Selene Hernández Cázares<sup>4</sup>

**Resumen**— El objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y texturales de salchichas de cerdo formuladas con harina de chícharo como sustituto de la grasa animal. Se evaluaron tres tratamientos: salchichas altas en grasa (SAG), bajas en grasa (SBG) y bajas en grasa con 5% de harina de chícharo (SBG + 5% HC) para reemplazar la grasa. Las propiedades fisicoquímicas evaluadas fueron el pH, la acidez y  $a_w$  y se realizó el análisis de perfil de textura. El pH y la acidez de las salchichas no fue significativamente diferente en los diversos tratamientos. La  $a_w$  y las propiedades texturales de las SBG + 5%HC no fueron estadísticamente diferentes comparadas con las SAG. Al contrario, las SBG presentaron una mayor dureza. Los resultados demuestran que es posible reemplazar la grasa con harina de chícharo en salchichas de cerdo sin afectar sus propiedades fisicoquímicas y texturales.

**Palabras clave**— Chícharo, harina, reemplazantes de grasas, productos bajos en grasa.

## Introducción

La salchicha es uno de los productos cárnicos más consumidos por la población mexicana (Consejo mexicano de la carne, 2022). Este alimento proporciona proteínas, vitaminas y minerales sin embargo, por su alto contenido en grasas saturadas, esta relacionada con enfermedades crónico-degenerativas como la obesidad, la diabetes, algunos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares (Li et al., 2023) razón por la cual no se recomienda su consumo frecuente. La reformulación de los productos cárnicos es una de las opciones más utilizadas por la industria para satisfacer la demanda de los consumidores hacia alimentos más saludables. Una de las estrategias aplicadas para tal fin, es la sustitución de las grasas saturadas con compuestos que brinden beneficios a la salud como aceites, proteínas y carbohidratos de origen vegetal (Colomer et al., 2021). El reto principal al que se enfrenta cuando se sustituye la grasa es que los agentes reemplazantes puedan proporcionarle al alimento las características sensoriales y texturales para que sean aceptados por los consumidores. El chícharo (*Pisum sativum* L.) es una planta herbácea que pertenece a la familia de las leguminosas. Sus semillas contienen principalmente proteínas (20-25%), carbohidratos (24-49%) y fibra (60-65%) (Shanthakumar et al., 2022). Por sus características nutrimentales y propiedades funcionales, la harina de estas semillas puede ser utilizada como un reemplazante de grasas en salchichas, actualmente existen pocos estudios al respecto. Kaack y Pedersen (2005) adicionaron harina de papa y de chícharo en salchichas bajas en grasas reportando que la relación 1:1 de las harinas hidratadas en sopa de verduras generó salchichas con buenas propiedades texturales. Pietrasik y Janz (2010) evaluaron la adición de 4% de harina, almidón y fibra de chícharo en mortadelas bajas en grasas encontrando que su adición redujo las pérdidas por cocción y mejoró la textura del producto. Por su parte, Pietrasik y Soladoye (2021) incorporaron almidón de chícharo al 3% en mortadelas bajas en grasa y reportaron que el almidón proporcionó una mayor masticabilidad y dureza en la mortadela. La harina de chícharo podría ser un reemplazante de grasa de bajo costo en salchichas de cerdo, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y texturales de salchichas de cerdo formuladas con harina de chícharo como sustituto de la grasa animal.

## Metodología

### Obtención de la harina de chícharo

Las semillas de chícharo se recolectaron en el municipio de San Miguel Tulancingo de la Mixteca Alta de Oaxaca. Fueron secadas durante 2 h a 60 °C y se molieron en un procesador de alimentos. La harina se pasó a través de un tamiz número 60.

<sup>1</sup> La Dra. Gema Morales Olán es Posdoctorante en el Colegio de Posgraduados campus Córdoba, Ver, México. [morales.gema13@gmail.com](mailto:morales.gema13@gmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. María Antonieta Rios Corripio es Profesora Investigadora Cátedra CONACYT adscrita al Colegio de Postgraduados campus Córdoba Ver, México. [rios.antonietta@colpos.mx](mailto:rios.antonietta@colpos.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Joel Velasco Velasco es Profesor Investigador Adjunto del Colegio de Postgraduados campus Córdoba Ver, México. [joel42ts@colpos.mx](mailto:joel42ts@colpos.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Aleida Selene Hernández Cázares es Profesora Investigadora Adjunta del Colegio de Postgraduados campus Córdoba Ver, México [aleyse@colpos.mx](mailto:aleyse@colpos.mx) (autor correspondiente)

### Elaboración de las salchichas

Se utilizó una unidad para salchicha OA AMBSA III marca Bekarem para 20 kg. La carne y la grasa dorsal de cerdo fueron comprados en un mercado local con 48 h postmortem y se mantuvieron a -20 °C hasta su uso. Las formulaciones de los tratamientos: salchichas altas en grasa (SAG), bajas en grasa (SBG) y con harina de chícharo al 5% (SBG + 5%HC) se detallan en el Cuadro 1. Se prepararon 450 g de pasta por cada tratamiento. El agua/hielo y los condimentos de la salchicha fueron adicionados conforme a lo descrito en la unidad. Las salchichas fueron cocinadas a 68 °C en baño maría durante 15 min y se mantuvieron a 4 °C hasta su análisis.

Ingredientes (%)	Tratamientos		
	SAG	SBG	SBG + 5% HC
Carne de cerdo	70	70	70
Grasa de cerdo	30	15	15
Harina de chícharo	0	0	5

Cuadro 1. Formulación de las salchichas altas en grasa (SAG), bajas en grasa (SBG) y con harina de chícharo (SBG + 5% HC).

### Determinación de las propiedades fisicoquímicas

Las propiedades fisicoquímicas de las salchichas se determinaron 24 h después de su almacenamiento.

#### pH y acidez

Los valores de pH se midieron con un potenciómetro marca Hanna modelo HI2020-01 (Hannia Instruments SAS, Ciudad de México, México). Las muestras se homogenizaron con agua destilada en una relación 1:20, salchicha/agua. Para la medición de la acidez se utilizó el homogenizado preparado en la determinación de pH. Se adicionó fenolftaleína como indicador y se tituló con NaOH 0.1 N. Los resultados se expresaron como % de ácido láctico. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

#### Actividad de agua

Se utilizó un Aqualab Pawkit (Meter Group, Inc., EE. UU.). El equipo fue calibrado con los patrones 0.760 y 0.920. Las muestras de salchichas (2.0 cm x 2.0 cm) se colocaron en el portamuestras para la medición.

#### Color

El color de las muestras se midió con un espectrofotómetro portátil (Colorspec, CS 520 Sphere, Hangzhou CHNSpec Technology, China). Se cuantificó con el sistema L\*, a\*, b\*. Los valores de croma y ángulo Hue se calcularon utilizando las ecuaciones (1) y (2):

$$\text{Ángulo Hue} = \tan^{-1} \frac{b}{a} \quad (1)$$

$$\text{Croma} = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (2)$$

#### Análisis del perfil de textura

Las propiedades texturales de las salchichas se evaluaron 24 h después su almacenamiento y a temperatura ambiente. Se utilizó un texturómetro (EZ-S 500 N, Shimadzu, Kioto, Japón). El tamaño de las muestras fue de 2.0 x 2.0 cm. Se determinó la dureza, elasticidad, gomosidad y masticabilidad.

#### Análisis estadístico

Los resultados se expresaron como la media  $\pm$  desviación estándar y se compararon mediante ANOVA y la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## Resultados

### *pH, acidez y actividad de agua*

El pH de las salchichas en los diferentes tratamientos no fue estadísticamente significativo ( $p \leq 0.05$ ) (Cuadro 2). Resultados similares fueron encontrados por Pietrasik y Janz (2010). Los valores de pH coinciden con lo reportado por Pietrasik y Janz (2010) y Pietrasik y Soladoye (2021) en mortadelas adicionadas con harina y almidón de chícharo. Se encontraron diferencias significativas entre la actividad de agua de las SAG y las SBG. Las SBG retuvieron menos el agua. Las SAG presentaron valores más altos, sin embargo, entre las SAG y las adicionadas con harina de chícharo no se encontraron diferencias significativas. La harina de chícharo tiene la capacidad para retener agua según lo reportado en otros estudios (Agboola et al., 2010). En el contenido de ácido láctico no se encontraron diferencias significativas en las salchichas con los diversos tratamientos ( $p \leq 0.05$ ).

Tratamientos	$a_w$	pH	Contenido de ácido láctico (%)
SAG	$0.93 \pm 0.01^a$	$6.08 \pm 0.05^a$	$38 \pm 0.03^a$
SBG	$0.90 \pm 0.01^b$	$6.31 \pm 0.21^a$	$35 \pm 0.03^a$
SBG + 5% HC	$0.92 \pm 0.01^{a,b}$	$6.33 \pm 0.14^a$	$36 \pm 0.00^a$

Cuadro 2. Propiedades fisicoquímicas de las salchichas con diferentes tratamientos. SAG= Salchicha alta en grasa; SBG= Salchicha baja en grasa; HC=Harina de chícharo. Las letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

### *Color*

Los resultados obtenidos en los parámetros de color se muestran en el cuadro 3. Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en el color de las salchichas con los diversos tratamientos. Los valores de  $L^*$  fueron similares a lo reportado por Kaack y Pedersen (2005) en salchichas bajas en grasa adicionadas con harina de chícharo, y fueron mayores a lo reportado por Pietrasik y Janz (2010) en salchichas mortadela con harina de chícharo. Las diferencias encontradas pueden deberse al tipo de producto cárnico y su formulación.

Tratamientos	Color				
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	° Hue	Croma
SAG	$54.8 \pm 2.9^a$	$3.2 \pm 0.6^a$	$12.4 \pm 1.0^a$	$75.2 \pm 2.3^a$	$12.8 \pm 1.2^a$
SBG	$52.7 \pm 2.5^a$	$3.2 \pm 0.4^a$	$12.3 \pm 0.4^a$	$75.3 \pm 1.2^a$	$12.8 \pm 0.5^a$
SBG + 5% HC	$54.0 \pm 2.3^a$	$3.6 \pm 0.4^a$	$14.4 \pm 0.7^a$	$75.8 \pm 0.9^a$	$12.9 \pm 0.4^a$

Cuadro 3. Color de las salchichas con diferentes tratamientos. SAG= Salchichas altas en grasa; SBG= Salchichas bajas en grasa; HC=Harina de chícharo. Las letras diferentes en una misma columna son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

Los valores de  $a^*$  y  $b^*$  fueron similares a lo reportado por Kaack y Pedersen (2005). Se observó que la harina de chícharo no afectó estos parámetros. Pietrasik y Janz (2010) llegaron a la misma conclusión, no encontraron diferencias significativas entre los valores de  $a^*$  y  $b^*$  en las mortadelas altas en grasas y las adicionadas con 4% de harina de chícharo. El ángulo Hue y el croma no fueron significativamente diferente en las SAG, SBG y adicionadas con harina de chícharo.

### *Análisis del perfil de textura*

En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de las propiedades texturales de las salchichas bajo los diferentes tratamientos. La dureza de las salchichas fue estadísticamente diferente ( $p \leq 0.05$ ). Las SBG presentaron una mayor dureza. Se ha reportado que la reducción de grasa provoca un aumento en la dureza de las salchichas bajas en grasas (Kaack y Pedersen, 2005) y en este estudio encontramos resultados similares. Se observó que la adición de la harina de chícharo mejoró la dureza de las salchichas comparada con las SBG. En la gomosidad, elasticidad y masticación (Figura 1) no se encontraron diferencias significativas entre las SAG, SBG y las adicionadas con 5% de harina de chícharo. Resultados similares fueron reportadas por Pietrasik y Janz (2010).

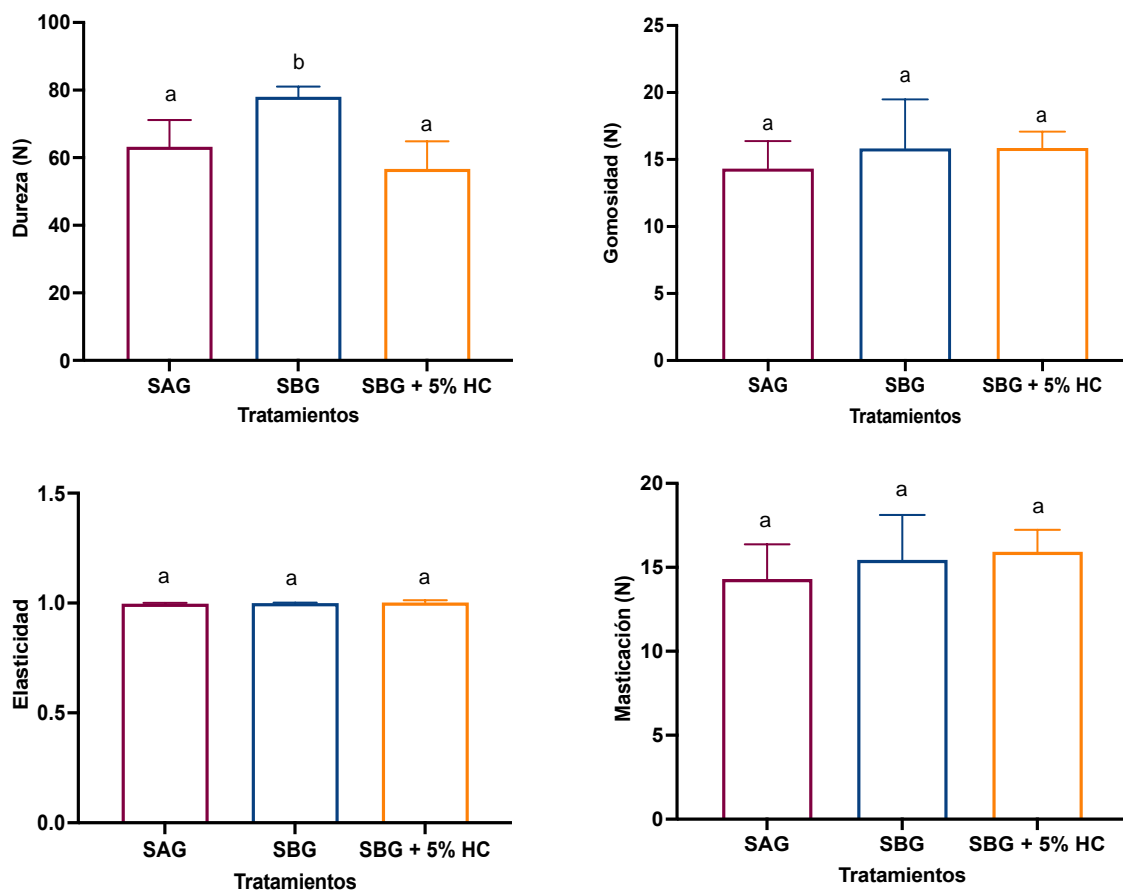


Figura 1. Propiedades texturales de las salchichas de cerdo bajo diferentes tratamientos. Las letras diferentes en las barras indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). SAG= Salchichas altas en grasa; SBG= Salchichas bajas en grasa; HC=Harina de chícharo.

### Conclusiones

Se elaboraron salchichas de cerdo bajas en grasa adicionadas con 5% de harina de chícharo como reemplazante de la grasa animal. La harina de chícharo incorporada en las salchichas no afectó el pH, la actividad de agua y la acidez ya que no se encontraron diferencias significativas comparada con los valores obtenidos en las salchichas altas en grasas. La disminución de grasa ocasionó una mayor dureza en las salchichas bajas en grasa, no así en las salchichas bajas en grasa con 5% de harina de chícharo. La dureza fue similar a la encontrada en las salchichas altas en grasa. No se encontraron diferencias significativas entre la gomosidad, elasticidad y masticación de las salchichas altas en grasa, bajas en grasa y las que incorporan la harina de chícharo. Los resultados demuestran que es posible reemplazar la grasa animal con harina de chícharo en salchichas de cerdo sin afectar sus propiedades fisicoquímicas y texturales.

### Recomendaciones

Se recomienda en futuras investigaciones realizar la evaluación sensorial de las salchichas que incorporan la harina de chícharo y determinar otras propiedades como la oxidación lipídica.

### Referencias

Consejo Mexicano de la carne. (2023). Compendio estadístico 2022. Consultado el 21 de marzo del 2023. Dirección de internet: <https://comecarne.org/compendio-estadistico-2022/>

Li, C., Xie, W., Zhang, X., Zhang, M., Shao, J. (2023). Pickering emulsion stabilized by modified pea protein-chitosan composite particles as a fat substitute improves the quality of pork sausages. *Met Science*, 197, 109086. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.109086>

Colomer, M., Leandro de Souza, D., Vila-Martí, A., Torres-Moreno, M. (2021). Effect of pork back-fat reduction and substitution with texturized pea protein on acceptability and sensory characteristics of dry fermented sausage. *Journal of Food*, 19:1, 429-439. <https://doi.org/10.1080/19476337.2021.1912188>

Shanthakumar P., Klepacka J., Bains A., Chawla P., Dhull S.B., Najda A. (2022). The current situation of pea protein and its application in the food industry. *Molecules*, 27: 5354. <https://doi.org/10.3390/molecules27165354>

Kaack, K., Pedersen, L. (2005). Application of by-products from industrial processing of potato flour and yellow peas as ingredients in low-fat high-fibre sausages. *European Food Research and Technology*, 221:313–319. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-1167-7>

Pietrasik, Z., Janz, J.A.M. (2010). Utilization of pea flour, starch-rich and fiber-rich fractions in low fat bologna. *Food Research International*, 43, 602-608. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.017>

Pietrasik, Z., Soladoye, O.P. (2021). Use of native pea starches as an alternative to modified corn starch in low-fat bologna. *Meat Science*, 171, 108283. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108283>

Agboola, S.O., Mofolasayo, O. A. Watts, B., Aluko, R. (2010). Functional properties of yellow fields pea (*Pisum sativum* L.) seed flours and the in vitro bioactive properties of their polyphenols. *Food Research International*, 43, 582-588. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.013>

### Notas Biográficas

La **Dra. Gema Morales Olán** realiza una estancia posdoctoral en el Colegio de Posgraduados campus Córdoba, Ver. Sus estudios de doctorado los realizó en el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional. Cuenta con varios artículos científicos JCR y capítulos de libros en el área de los alimentos.

La **Dra. María Antonieta Rios Corripio** pertenece al programa Cátedras CONACYT para jóvenes investigadores. Tiene un Posdoctorado que realizó en el Departamento de Alimentos de la Universidad de las Américas Puebla. Cuenta con varios artículos JCR y capítulos de libros en el área de los alimentos.

El **Dr. Joel Velasco Velasco** es profesor Investigador Adjunto en el Colegio de Postgraduados campus Córdoba, ha publicado más de 30 artículos en revistas JCR. Sus estudios de Doctorado los realizó en la Universidad de Plymouth en Inglaterra.

La **Dra. Aleida Selene Hernández Cázares** es profesora investigadora Adjunta en el Colegio de Postgraduados campus Córdoba, ha publicado más de 30 artículos en revistas JCR. Sus estudios de Doctorado los realizó en la Universidad Politécnica de Valencia, España.



# Aplicación de la Medicina Herbolaria para las Infecciones Bacterianas, en Tlaxcalancingo, Puebla

QFB. Julio César Muro Altieri<sup>1</sup>, Dra. Norma Elena Rojas Ruiz<sup>2</sup>, Dra. Rosalía del Carmen Castelán Vega<sup>3</sup>,  
Dra. María Guadalupe Hernández Linares<sup>4</sup>, Dra. Laura Morales Lara<sup>5</sup>,  
Dr. Jorge Antonio Yáñez Santos<sup>6</sup>, Dra. Edith Chávez Bravo<sup>7</sup>

**Resumen**— Tlaxcalancingo resguarda saberes herbolarios que aún se utilizan, por lo que, se recopiló información de actores clave para identificar tratamientos y plantas con mayor uso para las infecciones bacterianas respiratorias y gastrointestinales. A partir del análisis de encuestas, se identificaron diferentes tratamientos herbolarios tanto para las infecciones respiratorias así como para las gastrointestinales, se mencionaron 69 especies diferentes distribuidas en 36 Familias botánicas. Las familias que mayor predominan en su uso son: Asteraceae y Lamiaceae. La transmisión verbal del conocimiento es la más empleada siendo las mujeres las que más se dedican a la Medicina Herbolaria. Estos saberes pueden ser una fuente incipiente para el conocimiento etnobotánico, además el uso tradicional de las plantas medicinales en la población, son una herramienta para la búsqueda de nuevos principios activos contra patógenos causantes de infecciones.

**Palabras clave**—Etnobotánica, Tlaxcalancingo, Saberes Ancestrales, Medicina Herbolaria, Multirresistencia.

## Introducción

El uso de la Medicina Herbolaria sigue estando vigente en un gran sector de la población, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) estima que cerca del 90% de la población ha usado alguna planta medicinal por lo menos una vez en la vida. El 15% de la flora nacional tiene propiedades terapéuticas y de estas, el 85% es obtenida del medio silvestre lo que se relaciona con el saber ambiental local de las comunidades (SEMARNAT, 2021).

Las plantas tienen una capacidad extraordinaria de producir metabolitos secundarios como los compuestos fenólicos o los terpenoides los cuales tienen propiedades antibióticas (Cowan, 1999), por lo que la Investigación y Desarrollo de nuevos fármacos debe tomar como guía el conocimiento que tienen las comunidades sobre el uso de las plantas ya que de acuerdo con un Informe de la Organización Mundial de la Salud en 2020 se indica que los nuevos fármacos que se están desarrollando actualmente están basados en medicamentos de los cuales ya se tienen patrones de resistencia bacteriana establecidos, por lo que no serían una opción inmediata adecuada (OMS, 2020).

En México sigue siendo una mala práctica médica y social el uso indiscriminado de los antibióticos y la automedicación, hasta un 42% del total de menores de 5 años que van a su primera cita médica se les recetan antibióticos siendo que cerca del 80% de las etiologías son virales y no requieren su uso (SS, 2021). Las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) y las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) están dentro de las primeras causas de morbilidad y mortalidad en los niños menores de 5 años (SS, 2021), son causadas por distintos agentes patógenos, principalmente virus y bacterias. Entre las bacterias causantes de estas infecciones están *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Staphylococcus aureus*, y *Pseudomonas aeruginosa*, siendo algunas cepas multirresistentes a los antibióticos.

Debido a esto, el presente trabajo identificó las plantas que más frecuentemente se utilizan en la comunidad de Tlaxcalancingo, Puebla, para el tratamiento de infecciones bacterianas respiratorias y gastrointestinales y que puedan ser usadas como una guía y alternativa a la multirresistencia bacteriana y resaltar la importancia de los saberes

<sup>1</sup> El QFB. Julio César Muro Altieri, [Estudiante de Posgrado en Ciencias Ambientales, ICUAP](#), Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [julio.muroaltieri@viep.com.mx](mailto:julio.muroaltieri@viep.com.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> La Dra. Norma Elena Rojas Ruiz, Dra. en Cs. Amb., CICM-ICUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. [normaelena\\_rojas@yahoo.com.mx](mailto:normaelena_rojas@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Rosalía del Carmen Castelán Vega, Dra. en Cs. Amb., Posgrado en Ciencias Ambientales, CICA-ICUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. [rosalia.castelan@correo.buap.mx](mailto:rosalia.castelan@correo.buap.mx)

<sup>4</sup> La Dra. María Guadalupe Hernández Linares, Dra. en Cs. Quím. Centro de Química - Jardín Botánico de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. [guadalupe.mghl@correo.buap.mx](mailto:guadalupe.mghl@correo.buap.mx)

<sup>5</sup> La Dra. Laura Morales Lara, Dra. en Cs., FCQ, Posgrado en Ciencias Amb., Posgrado en Ciencias Ambientales, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. [laumoraleslara@hotmail.com](mailto:laumoraleslara@hotmail.com)

<sup>6</sup> El Dr. Jorge Antonio Yáñez Santos, Dr. en Cs. Microbiológicas, VIEP, Posgrado en Ciencias Ambientales, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. [j\\_antonio\\_yanez@yahoo.com](mailto:j_antonio_yanez@yahoo.com)

<sup>7</sup> La Dra. Edith Chávez Bravo, Dra. en Cs. Amb., PI del Posgrado en Ciencias Ambientales, CICM-ICUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. [echb\\_02@yahoo.com.mx](mailto:echb_02@yahoo.com.mx)

ancestrales que aún se conservan en la comunidad y en la región.

## Metodología

### Área de estudio.

La comunidad de San Bernardino Tlaxcalancingo es una junta auxiliar del municipio de San Andrés Cholula, en el Estado de Puebla, México (Fig. 1), se sitúa en las coordenadas geográficas  $19^{\circ} 01' 46.045''$  latitud norte y  $98^{\circ} 16' 32.549''$  longitud oeste con una altitud promedio de 2120 msnm. Es un asentamiento colonial fundado por pobladores de Tlaxcala para el servicio de la Ciudad de Puebla y lo componen seis barrios: Cuayantla, Xicotzingo, Tecmanitla, Xinaxtla, Xochitepec y Galeotitla, (Olivera, 2021). El clima predominante es templado subhúmedo con lluvias estacionales en verano y una temperatura promedio anual aproximada de  $17^{\circ}\text{C}$ .

En el censo del INEGI de 2020 la población era de 99,736 habitantes dividida en un 52.07% de mujeres y 47.93% de hombres. Un 8.27% de la población se considera indígena por lo que en la comunidad aún se llevan a cabo Asambleas para la toma de decisiones comunitarias, sistema de cargos cívico-religiosos, y arraigo al sistema de “usos y costumbres”. El 29.42% de la población no tiene afiliación a los servicios de salud, por lo que el uso de plantas es una opción a la medicina de patente. Los actores clave que apoyaron en este trabajo pertenecen al Colectivo Xihuitl que se dedica al tratamiento de malestares usando la Medicina Tradicional y la Herbolaria. cuyo origen se remonta a la década de los años 90's del siglo pasado

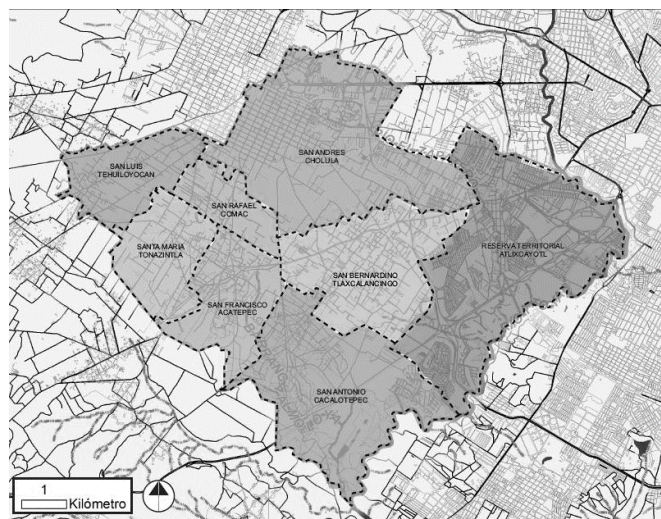


Figura 1. Ubicación del San Bernardino Tlaxcalancingo en el municipio de San Andrés Cholula. Modificado de Atlas de Riesgo en el Municipio de San Andrés Cholula 2011-2014.

### Recolección de datos

La información sobre el uso de las plantas se obtuvo por medio de una entrevista semiestructurada basados en los trabajos de Ramírez y col. (2012) y de Pérez y col. (2019), donde se recabaron datos generales, aspectos socio-económicos e información sobre los Saberes en Medicina Herbolaria como de dónde obtienen las plantas, la parte que usan, la cantidad utilizada y el modo de preparación.

Las encuestas se realizaron durante el primer semestre de 2022, mediante un intermediario originario de la comunidad para tener acceso a los actores clave y solicitarles su consentimiento por escrito para ser encuestados. Se entrevistaron 19 actores clave de la comunidad, se les solicitó un tope máximo de diez plantas que con mayor frecuencia utilizaran para tratar dolencias del sistema respiratorio acompañadas de dolor al respirar, tos fuerte, bronquitis, fiebre y/o flemas espesas y dolencias gastrointestinales acompañadas de diarrea, fiebre, heces con sangre y/o dolor en el vientre agudo o muy fuerte. Estos síntomas están relacionados con infecciones bacterianas causantes de neumonía y disentería bacilar. En total fueron 69 especies vegetales mencionadas por los actores clave.

## Resultados

### Recopilación de las plantas utilizadas

Los Saberes en Medicina Herbolaria de los actores clave se muestran en la Tabla No. 1, ordenados por Familia botánica a la que pertenecen e indicando el nombre común, nombre científico, forma de obtención, parte utilizada,

modo de preparación y en que dolencia se emplea. En total se recabaron 69 especies diferentes para tratar dolencias tanto del sistema respiratorio como del gastrointestinal. La Familia Asteraceae es la que más especies agrupa (17.39%) seguida de la Lamiaceae (14.49%) y en menor número la Apiaceae (5.80%) Myrtaceae y Rosaceae (4.35%). La recolección silvestre (29.00%), el cultivo propio (21.74%) y la compra en el mercado (27.53%) son las principales fuentes de obtención de las plantas, de las cuales la parte más utilizada es la hoja (62.32%) seguida de la flor (10.14%). El modo de preparación más frecuente es la infusión (73.91%) aunque también se recurre a la administración por las tinturas y por decocción. El 46.38% de las plantas mencionadas se usan para dolencias gastrointestinales, el 36.23% para respiratorias y el 17.39% se emplea para los dos tipos de malestares.

Tabla No. 1.

Plantas utilizadas por los actores clave para dolencias del sistema respiratorio y gastrointestinal.

Familia	Nombre común	Nombre científico	Obt.	P. U.	M. P.	Uso
Achantaceae	Muitle	<i>Justicia spicigera</i>	M, CP	H	Infusión	GI
Adiantaceae	Cilantrillo	<i>Adiantum tricholepis</i>	RS	H	Infusión	IR
Amaranthaceae	Epazote de zorrillo	<i>Chenopodium incisum</i>	CP, RS	H	Infusión	GI
	Tianguispepetla	<i>Alternanthera repens</i>	RS	H	Infusión	IR, GI
Amaryllidaceae	Cebolla morada	<i>Allium cepa</i>	M	R	Infusión	IR, GI
	Ajo	<i>Allium sativum</i>	M	R	Infusión	IR
Anacardiaceae	Pirul	<i>Schinus molle</i>	RS	H	Infusión	IR
Apiaceae	Comino	<i>Cuminum cyminum L.</i>	M	S	Infusión	IR, GI
	Anís	<i>Pimpinella anisum L.</i>	M	S	Infusión	IR
	Cilantro	<i>Coriandrum sativum</i>	M	H	Infusión	GI
	Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	CP	H	Infusión	GI
Asparagaceae	Maguey pulquero	<i>Agave salmiana</i>	RS	H	Jarabe	IR
Aspholedaceae	Sábila	<i>Aloe vera</i>	CP	H	Directo	IR, GI
Asteraceae	Jarilla	<i>Ageratina glabrata</i>	RS	H	Infusión	IR, GI
	Caléndula	<i>Calendula officinalis</i>	CP	Fl	Infusión	IR
	Azumiata	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	RS	H	Infusión	IR, GI
	Gordolobo	<i>Pseudognaphalium obtusifolium</i>	M	Fl	Infusión	IR
	Ajenjo	<i>Artemisia absinthium</i>	M	H	Infusión	GI
	Árnica	<i>Arnica montana</i>	M, RS	H, Fl	Infusión	GI
	Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	RS	H	Infusión	GI
	Estafiate	<i>Artemisia ludoviciana</i>	CP, M	H	Infusión	GI
	Flor de muerto	<i>Tagetes erecta</i>	CP, M	Fl	Infusión	GI
	Manzanilla	<i>Chamaemelum nobile</i>	CP, M	H, Fl	Infusión	GI
	Mozoquelite	<i>Bidens odorata</i>	RS	Fl	Infusión	GI
	Prodigiosa	<i>Brickellia cavanillesii</i>	CP, RS	H	Infusión	GI
	Bignoniaceae	Cuatecomate	<i>Crescentia alata</i>	M	H	Infusión
Boraginaceae	Borraja	<i>Borago officinalis</i>	RS	H	Infusión	IR, GI
Brassicaceae	Rábano	<i>Raphanus sativus</i>	M	R	Directo	IR
	Lentejilla	<i>Lepidium virginicum</i>	RS	H	Infusión	GI
Commelinaceae	Maguey morado	<i>Tradescantia spathacea</i>	CP	H	Tintura	IR
Cucurbitaceae	Hoja de chayote	<i>Sechium edule</i>	CP	H	Infusión	GI
Cupressaceae	Ciprés	<i>Cupressus dística</i>	RS	H	Decocción	IR
Equisetaceae	Cola de caballo	<i>Equisetum hyemale</i>	RS	T	Infusión	GI
	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	RS	H	Cataplasma	GI
Euphorbiaceae	Sangre de drago	<i>Croton lechleri</i>	M,CP	C	Decocción	IR
Illiaciaceae	Anís estrella	<i>Illicium verum</i>	M	S	Tintura	GI
Lamiaceae	Lavanda	<i>Lavandula dentata</i>	M	Fl	Tintura	IR
	Romero	<i>Salvia rosmarinus</i>	CP	H	Infusión	IR
	Vaporub	<i>Plectranthus tormentosa</i>	CP	H	Infusión	IR
	Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>	M, CP	H	Infusión	IR, GI
	Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>	M	H	Tintura	GI
	Hierbabuena	<i>Mentha spicata</i>	CP	H	Infusión	GI

	Marrubio	<i>Marrubium vulgare</i>	RS	H	Infusión	GI
	Menta	<i>Mentha x piperita L.</i>	M	H	Infusión	GI
	Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	CP	H	Infusión	GI
	Poleo	<i>Mentha pelagium</i>	M, RS	H	Infusión	GI
	Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>	CP	H	Infusión	GI
Lauraceae	Canela	<i>Cinnamomum verum</i>	M	C	Decocción	IR, GI
Myrtaceae	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	M	F, H	Directo	IR, GI
	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	RS	H	Infusión	IR
	Mirto	<i>Myrtus communis</i>	CP	H	Infusión	GI
Nyctaginaceae	Bugambilia morada	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	CP	Fl	Infusión	IR
Papaveraceae	Cardosanto	<i>Argemone mexicana</i>	RS	H	Infusión	GI
Pinaceae	Ocote	<i>Pinus montezumae</i>	M, RS	C	Decocción	IR
Piperaceae	Hoja santa	<i>Piper auritum</i>	M, CP	H	Infusión	IR
Plantaginaceae	Lánter	<i>Plantago major</i>	CP, RS	H	Infusión	IR, GI
Poaceae	Pelo de elote	<i>Zea mays</i>	CP	F	Infusión	GI
Portulacaceae	Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	RS	H	Tintura	IR
Punicaceae	Granada	<i>Punica granatum</i>	M, CP	C	Decocción	GI
Rosaceae	Hoja de zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>	CP, RS	H	Infusión	GI
	Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i>	M	F	Infusión	GI
	Rosa de castilla	<i>Rosa gallica</i>	CP	Fl	Infusión	GI
Rutaceae	Limón	<i>Citrus x latifolia</i>	M	F	Directo	IR
	Ruda	<i>Ruta graveolens</i>	CP	H	Infusión	IR, GI
Salicaceae	Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i>	RS	H	Infusión	IR
Simaroubaceae	Chaparro amargo	<i>Castela tortuosa</i>	RS	H	Infusión	GI
Solanaceae	Tomate	<i>Physalis philadelphica</i>	M	F	Directo	IR
Verbenaceae	Salvia	<i>Lippia umbellata</i>	RS	H	Infusión	IR
Zingiberaceae	Jengibre	<i>Zingiber officinale</i>	M	R	Decocción	IR

Obt.=Obtención. P.U.=Parte usada. M.P.=Modo de preparación. M=Mercado. CP=Cultivo propio. RS=Recolección silvestre. H=Hoja. Fl=Flor. F=Fruto. R=Raíz. C=Corteza. S=Semilla. GI=Gastrointestinal. IR=Infección respiratoria.

### Descripción de los actores clave

De las personas encuestadas 17 son mujeres (89.47%) y dos son hombres (10.53%), la edad promedio es de 49.11 años con un mínimo de 30 años y un máximo de 83 años. El grado de escolaridad abarca desde quien no tiene estudios (5.26%), Primaria (21.05%), Secundaria (26.32%), Preparatoria (15.79%) hasta la Licenciatura (31.58%). El tiempo promedio que tienen dedicándose a la Medicina Herbolaria es de 15.37 años y va desde los tres años hasta los 70 años. La transmisión verbal del conocimiento intergeneracional es la forma más utilizada (89.47%). Entre los principales motivos por los cuales se interesaron en la Medicina Herbolaria es porque desde la infancia tenían que ayudar a las abuelas o a la mamá. En promedio tardan 14 meses en conocer el uso de las plantas usadas en la región, desde la identificación hasta la dosificación. Diecisiete de los encuestados (89.47%) mencionaron que los enfermos recurren a ellos por recomendación y seis de ellos además mencionaron porque la enfermedad es crónica o porque los enfermos ven a la Medicina Tradicional como última opción.

### Análisis y discusión

La diversidad de plantas mencionadas muestra que los habitantes de la comunidad tienen un conocimiento muy arraigado sobre su uso. Las Familias Asteraceae y Lamiaceae agrupan las especies vegetales más mencionadas y que coinciden con lo reportado por Rodríguez-Acosta *et al.* (2014), para la región central del Estado de Puebla y también concuerda con los estudios farmacológicos de varios autores (Donovan *et al.*, 1998; Leonti *et al.* 2003; Heinrich *et al.*, 2018), que atribuyen su uso por la riqueza y actividad fitoquímica de sus metabolitos secundarios. La parte aérea de la planta es la más utilizada en forma de infusión que puede endulzarse con miel de abeja y se administra hasta que hay mejora en el paciente con un máximo de 15 días. Las mujeres son las principales transmisoras del conocimiento herbolario esto debido a su papel tradicional en la sociedad ya que son la que está siempre en el hogar, y están al cuidado de los hijos y dar la atención primaria de salud a los integrantes de la familia. Las parteras tienen un papel muy importante para el cuidado de las mujeres embarazadas y conocen las plantas que facilitan el parto y las que se usan para los baños en temazcal posteriores al parto. El mayor conocimiento sobre el uso de las plantas se aplica para las infecciones gastrointestinales debido a que los niños son los más propensos a este tipo de enfermedades

y si no se les trata adecuadamente corren el riesgo sufrir deshidratación por diarrea o vómito que puede tener consecuencias fatales.

La transmisión del conocimiento se da de forma verbal y esto es debido a que la Medicina Tradicional y la Herbolaria se basan fundamentalmente en prácticas empíricas y en un contexto cultural donde los conocimientos y Saberes se dan a través de procesos de socialización de la vida cotidiana. El pesar de la mayoría de los entrevistados sobre la falta de interés de los jóvenes por aprender el uso de las plantas pone en peligro su conservación. Algo que cabe mencionar es el hecho de que la Comunidad de Tlaxcalancingo se encuentra ubicada cerca de los límites entre el municipio de San Andrés Cholula y la capital del Estado, en la zona de mayor nivel económico, comercial e inmobiliario de Puebla por lo que su territorio está siendo amenazado por las constructoras e inmobiliarias que están expandiendo la mancha urbana, por lo que la flora y fauna silvestre está siendo afectados y con ello la recolección silvestre.

### Conclusiones

El conocimiento sobre Medicina Herbolaria que tienen las comunidades indígenas o rurales muchas veces es menospreciado por no tener un carácter científico, pero puede ser la guía que se requiere urgentemente para el tratamiento de infecciones bacterianas en especial las causadas por las cepas multirresistentes. Por su fácil acceso y bajo costo las plantas medicinales siguen siendo usadas por un gran porcentaje de la población de bajo recursos o aquella que busca recuperar su estado de salud sin tener que recurrir a la Medicina Alópata.

Con la información recolectada sobre el uso de las plantas se puede iniciar una investigación sobre los efectos que estas tienen en bacterias multirresistentes, ya sea solas o combinadas para que puedan tener un efecto sinérgico mayor y respetando la forma de preparación o en su defecto mejorando la extracción de los principios activos sin que esto eleve el costo de su uso.

La transmisión del conocimiento herbolario en la comunidad de Tlaxcalancingo es dada por las mujeres, por lo que, son las que tienen mayor presencia en la aplicación de la Medicina Herbolaria, la forma de transmisión del conocimiento al ser verbal está en riesgo de perderse por el desinterés de la juventud, por lo que se requiere recabar todo el Saber en Medicina Herbolaria de manera escrita para su conservación y utilización en las futuras generaciones.

### Limitaciones

El trabajo de investigación se limitó a encuestar a los actores clave sobre el uso de plantas medicinales para el tratamiento de infecciones gastrointestinales con signos y síntomas característicos a los provocados por *Shigella spp.* en la disentería bacilar y a las infecciones respiratorias con signos y síntomas característicos a los provocados por *Pseudomonas aeruginosa*. Se recomienda la investigación de estas bacterias con cepas que presenten patrones de multirresistencia.

### Referencias

Cowan M.M. "Plant products as antimicrobial agents," *Clinical microbiology reviews*, Vol. 12, No. 4, 1999.

Donovan, J.L., A.S. Meyer y A.L. Waterhouse. "Phenolic composition and antioxidant activity of prunes and prune juice (*Prunus domestica*)," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol46, No. 4, 1998.

Heinrich, M., J. Barnes, J. Prieto García, S. Gibbons y E. Williamson. "Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy," 3ª edición, U.K., Elsevier, 2018.

Instituto Nacional de Geografía y Estadística. "Censos y conteos de Población y Vivienda 2020," (en línea), consultada por Internet el 29 de abril del 2023. Dirección de internet: <https://www.inegi.org.mx/datosabiertos/>

Leonti, M., R.F. Ramírez, O. Sticher y M. Heinrich. "Medicinal flora of the Popoluca, México: A botanical systematical perspective," *Economy Botany*, Vol. 57, No. 2, 2003.

Olivera, B.M. y R. Chiquito. "Testimonios de San Andrés Cholula. Tlaxcalancingo," Grupo Editorial y Digital El Puente.com, 2021.

Organización Mundial de la Salud, "Centro de prensa, Resistencia a los antimicrobianos, 13 de octubre de 2020,"(en línea), consultada por internet el 29 de abril del 2023. Dirección de internet: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

Pérez, J.J., L.J. Cabrera. "Plantas para afecciones respiratorias comercializadas en tres mercados de la ciudad de Santiago de Querétaro.," *Polibotánica*, Vol. 47, 2019.

Ramírez, H.B., A.G. Robles, G.J. García de Alba, H.J. Zañudo, R.A. Salcedo, V.J. García de Alba. "Conocimiento y uso de las plantas medicinales en la zona metropolitana de Guadalajara," *Desacatos*, Vol 39, 2012.

Rodríguez, A.M., J.L. Villaseñor, A.J. Coombes y A.B. Cerón Carpio. "Flora del Estado de Puebla, México," 1ª. Edición, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2014.

Secretaría de Salud, (SS). "Anuario de morbilidad 1984-2021. 20 principales causas de enfermedad nacional," (en línea), consultada por internet el 29 de abril del 2023. Dirección de internet: [https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales\\_nacional.html](https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales_nacional.html)

# Efecto del Consumo de Alga Espirulina (*Arthrospira platensis*) sobre el Perfil Lipídico en Adultos con Síndrome Metabólico

Horacio Rafael Vargas Baños<sup>1</sup>, Dr. José Alberto Ariza Ortega<sup>2</sup>

**Resumen**— El síndrome metabólico (SM) comprende un conjunto de alteraciones metabólicas relacionadas entre sí; el alga espirulina, debido a sus compuestos bioactivos, tiene un papel positivo en el tratamiento de las patologías asociadas al SM. El objetivo fue evaluar el efecto del consumo de alga espirulina en el perfil lipídico de pacientes con SM. Se realizó un ensayo clínico de grupos paralelos, controlado con placebo. El grupo de intervención (n = 14) recibió cada uno 3 g/día de alga espirulina, mientras que el grupo de control (n = 16) recibió un placebo, ambos durante 12 semanas. Después de la intervención, el colesterol total no tuvo una diferencia significativa ( $p > 0.05$ ), sin embargo, el HDL aumentó significativamente ( $p < 0.05$ ), mientras que los triglicéridos disminuyeron de forma significativa ( $p < 0.05$ ). En conclusión, la suplementación con alga espirulina, puede ser eficaz para modular parcialmente los lípidos séricos, y ayudar en el tratamiento del SM.

**Palabras clave**— Síndrome metabólico, alga espirulina, perfil lipídico, *Arthrospira platensis*, suplemento alimenticio.

## Introducción

El síndrome metabólico (SM) comprende un conjunto de alteraciones como son la obesidad central, hiperglucemia, hipertrigliceridemia, disminución del colesterol HDL e hipertensión arterial, cuya prevalencia varía con el género, edad y etnia, sin embargo, se estima que uno de cada cuatro adultos en todo el mundo lo padece (Saklayen, 2018). En México, la prevalencia estimada para el grupo valorado bajo los criterios de ATP III fue del 36%, para el grupo de IDF fue del 54%, para el grupo de la OMS fue del 31% y para el subgrupo AHA / NHLBI fue del 48%. Por lo que según el modelo de efectos aleatorios de Der Simonian-Laird, la prevalencia combinada de síndrome metabólico en población adulta fue del 41% (Gutiérrez-Solis et al. 2018). El SM está relacionado con un incremento de morbilidad y mortalidad, ya que se ha reportado como causante del desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ECV) y diabetes mellitus tipo 2 (DM2), asociado a un estilo de vida poco saludable (Guembe et al. 2020).

El manejo general del SM, implica la implementación de cambios en el estilo de vida y el tratamiento farmacológico (Guzmán, 2019). Sin embargo, también existe evidencia que sugiere que sustancias complementarias no farmacológicas, como los ácidos grasos omega-3 y antioxidantes como la ficocianina, tienen un papel positivo en la prevención y el tratamiento patologías asociadas al síndrome metabólico (de la Iglesia, 2019). Por lo anterior, alimentos como el alga espirulina, que tiene un alto contenido de estos compuestos bioactivos, resultan ser beneficiosos. El alga espirulina, es el nombre habitual que se le ha dado a la "*Arthrospira platensis*", es un organismo acuático procariota que pertenece a la familia de las "cianofitas" o "cianobacterias", conocidas como algas verde-azules, se denomina espirulina por la forma espiral de sus tricomas (filamentos), (Lobaton, 2017).

Por su contenido de vitaminas, minerales, lípidos, proteínas y antioxidantes, se le ha dado una mayor importancia a su ingesta y producción comercial. Es principalmente utilizada para la elaboración de suplementos alimenticios (tabletas) para el consumo humano y ha sido reconocida por la FDA (Food and Drug Administration) como alimento o suplemento alimenticio (Lucas et al. 2018).

Diversos estudios mostraron, un efecto beneficioso en la reducción de las concentraciones plasmáticas de colesterol total, LDL y triglicéridos, y el incremento en la concentración de colesterol HDL, después de la suplementación con espirulina (Serban et al. 2016 y Finamore et al. 2017). Uno de estos es la fibra soluble, ya que se ha observado que reduce la concentración de LDL y los TG, debido a los productos de la fermentación bacteriana de la misma, como los ácidos acético, propiónico y  $\beta$ -hidroximetilbutírico. El ácido propiónico puede inhibir la enzima hidroximetil-glutaril-coenzima A reductasa (HMG-CoA reductasa), limitando así la síntesis del colesterol endógeno. Por consiguiente, se ha observado que el consumo diario de 3 g de fibra soluble puede disminuir el colesterol total hasta un 16 mg/dl en los sujetos con hipercolesterolemia (Ramírez y Roman, 2018).

El ácido gamma linoleico (GLA) es otro de los compuestos con actividad hipolipidémica que contiene el alga espirulina. Se ha observado que aumentan los niveles de HDL al activar al receptor alpha activado por proliferadores

<sup>1</sup> Horacio Rafael Vargas Baños es estudiante de maestría en nutrición clínica en el Instituto de Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. [va195003@uaeh.edu.mx](mailto:va195003@uaeh.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dr. José Alberto Ariza Ortega es profesor e investigador en el instituto de ciencias de la salud de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. [jose\\_ariza@uaeh.edu.mx](mailto:jose_ariza@uaeh.edu.mx)

peroxisómicos (PPAR- $\alpha$ ). Además, incrementan la oxidación de los ácidos grasos hepáticos, lo que genera una disminución de los niveles séricos de triacilglicerol y colesterol (Azemi et al. 2022).

Uno de los componentes más importantes del alga espirulina, es la ficocianina. Estudios han demostrado que la administración de ficocianina (a través de la activación de las enzimas lipoproteína lipasa y triglicérido lipasa hepática y la inhibición de la lipasa pancreática) ha ayudado a disminuir las concentraciones de colesterol total y triglicéridos, así como aumentar las concentraciones de HDL (Ramirez y Roman, 2018).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del alga espirulina (*Arthrospira plantensis*) en el perfil lipídico de adultos con síndrome metabólico. Para su uso como alternativa en el tratamiento.

## Metodología

### *Tipo y diseño del estudio*

Se realizó un ensayo clínico con asignación aleatoria al grupo control y al grupo intervenido, con evaluación pre-post test. Se trata de un estudio experimental de grupos paralelos, controlado con placebo. Este estudio fue realizado en la unidad de medicina familiar del hospital ISSSTE, Pachuca de Soto Hidalgo. Se obtuvo el consentimiento informado escrito de los participantes después de explicarles los objetivos y métodos a realizar. Esto de acuerdo a lo establecido en el artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Se obtuvo una muestra no probabilística de 30 personas y los participantes fueron seleccionados aleatoriamente, se dividieron en dos grupos, control (n=16) y de intervención (n=14).

### *Suplemento administrado*

Al grupo intervención se les brindó 3 g/día de alga espirulina marca Birdman, mientras que al grupo control un placebo (celulosa microcristalina), ambos productos fueron encapsulados para asemejar las características organolépticas; lo consumieron durante 12 semanas.

### *Variables del estudio*

**Peso y talla:** Se determinó peso utilizando una báscula de bioimpedancia (Omron®, México) y talla utilizando un estadímetro (SECA®, México).

**Circunferencia de cintura:** Se realizó la medición localizando el punto inferior de la última costilla y el punto superior de la cresta iliaca, en la mitad de esta distancia se marca, en ambos costados y se coloca la cinta alrededor del abdomen a este nivel, asegurar que la cinta no apriete y esté en paralelo con el piso

**Composición corporal:** Se determinó IMC utilizando las mediciones de peso y talla obtenidas. Se determinó la masa grasa y masa libre de grasa, empleando una báscula de bioimpedancia (Omron®, México).

**Perfil lipídico:** La obtención de la muestra sanguínea y el análisis para la determinación del perfil lipídico (colesterol total, triglicéridos y colesterol HDL) al inicio y al final del estudio, se realizaron en un laboratorio privado de la ciudad de Pachuca de soto, ambas mediciones se realizaron en el mismo laboratorio bajo las mismas técnicas; todo esto de acuerdo a la técnica y materiales requeridos e indicados en la norma NOM-253-SSA1-2012 para la disposición de sangre humana y sus componentes con fines terapéuticos (NOM, 2012).

**Recordatorio de 24 horas:** La calidad de la dieta se determinó aplicando un cuestionario (recordatorio de 24 h) y se tomó en cuenta el parámetro de la Ingesta Diaria Recomendada para adultos mayores de 18 años.

**Actividad Física:** Se utilizó el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ International Physical Activity Questionnaires) autoadministrado, el cual se modificó a conveniencia, validado y utilizado por el Instituto Nacional de Salud Pública en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2016.

**Estilos de vida:** Se aplicó un cuestionario FANTASTIC (Wilson et al. 1984), utilizando una escala Linkert, determinada por los investigadores.

### *Análisis estadístico*

Para el análisis de resultados se utilizó el programa estadístico SigmaStat para Windows versión 3.5. Se aplicó la prueba de chi cuadrado para determinar la homogeneidad de las variables cualitativas. Así como la prueba de ANOVA de 2 vías para la normalidad y la comparación de las variables cuantitativas, antes y después de la intervención, así como la comparación de los grupos (intervención vs control). Se estableció una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

## Resultados

La tabla 1 muestra la distribución porcentual de la edad, sexo, actividad física y estilo de vida de 30 participantes (14 del grupo experimental y 16 del grupo control) con síndrome metabólico. Se observa que la población que predominó fue mujeres con edad mayor a 45 años, las cuales realizaban baja actividad física. Sin embargo, refirieron un buen estilo de vida de acuerdo con el cuestionario FANTASTIC (Wilson, 1984). Respecto a los cuatro parámetros, ambos grupos mostraron características similares ( $p > 0.05$ ).



**Tabla 1.** Distribución de los pacientes con síndrome metabólico según edad, sexo, actividad física y estilo de vida

Parámetro	Categoría	Control (n=16)	Experimental (n=14)	p valor
Edad	< 45 años	25% (4)	28.6% (4)	p = 1.000
	> 45 años	75% (12)	71.4% (10)	
Sexo	Masculino	37.5%(6)	21.4% (3)	p = 0.440
	Femenino	62.5%(10)	78.6% (11)	
Actividad física	Baja	56.2% (9)	64.3% (9)	p = 0.940
	Media	43.8% (7)	35.7% (5)	
	Alta	0	0	
Estilo de vida	Bajo	18.8% (3)	28.6% (4)	p = 0.627
	Regular	12.5% (2)	21.4% (3)	
	Bueno	62.5% (10)	50% (7)	
	Excelente	6.2% (1)	0	

n = Número de participantes en el grupo; p = Significancia (p < 0.05)

La calidad de la dieta de los participantes de ambos grupos se presenta en la tabla 2, destaca el desequilibrio nutricional de los participantes, ya que tanto el grupo control como experimental, presentaron un excedente de kcal, proteínas, lípidos e hidratos de carbono. De igual forma los resultados basales de ambos grupos fueron homogéneos (p > 0.05).

**Tabla 2.** Características de la dieta de la población

Parámetro	Categoría	Control (n=16)	Experimental (n=14)	p valor
Kcal	Deficiente	6.3% (1)	7.1% (1)	p = 0.429
	Aceptable	31.2% (5)	7.1% (1)	
	Bueno	12.5% (2)	14.3% (2)	
	Exceso	50% (8)	71.4% (10)	
Proteína	Deficiente	6.3% (1)	0	p = 0.530
	Aceptable	6.3% (1)	14.3% (2)	
	Bueno	18.7% (3)	7.1% (1)	
	Exceso	68.7% (11)	78.6% (11)	
Lípidos	Deficiente	18.7% (3)	7.1% (1)	p = 0.467
	Aceptable	18.7% (3)	7.1% (1)	
	Bueno	12.5% (2)	28.6% (4)	
	Exceso	50% (8)	57.1% (8)	
HCO	Deficiente	25% (4)	7.1 (1)	p = 0.277
	Aceptable	31.2% (5)	14.3% (2)	
	Bueno	12.5% (2)	21.4% (3)	
	Exceso	31.2% (5)	57.1% (8)	

n = Número de participantes en el grupo; Kcal= kilocalorías; HCO=Hidratos de carbono; p = Significancia (p < 0.05). Efecto del consumo de alga espirulina vs control

En la tabla 3 se presenta la comparación de las variables de riesgo antes de la intervención y 3 meses después, así como la comparación del grupo experimental y el grupo control. Se encontró que la concentración de colesterol total no tuvo una diferencia significativa (p > 0.05), sin embargo, la concentración de HDL aumentó significativamente después de la intervención (p < 0.05), mientras que la concentración de triglicéridos disminuyó de forma significativa (p < 0.05).

**Tabla 3.** Comparación del perfil lipídico y circunferencia de cintura del grupo experimental vs el grupo placebo, antes y después de la intervención

Parámetro	Control		Experimental	
	Basal	3 meses	Basal	3 meses
Colesterol (mg/ dl)	177.1 ± 41.3	183.1 ± 39.2	204.5 ± 25.7	197.3 ± 32.8
HDL (mg/ dl)	42 ± 9.5	38.3 ± 8.4*	37.4 ± 10.4	43.34 ± 12.9*
Triglicéridos (mg/ dl)	160.3 ± 93.3	215.6 ± 123.4	378.7 ± 282.6**	250.1 ± 148.5*

\*Indica diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre las mediciones basales y después de 3 meses. \*\*Indica diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre las mediciones de los grupos basal vs experimental. HDL= Colesterol de alta densidad. ± = Desviación estándar, Kg = kilogramos; cm = centímetros; mg/ dL = miligramos sobre decilitro; p = Significancia ( $p < 0.05$ )

### Conclusiones

Los resultados demuestran que la mayor prevalencia de síndrome metabólico se presentó en mayores de 45 años, y que este, aumenta con la edad biológica (Bae et al. 2021). En mujeres esto puede deberse a los cambios en el patrón hormonal, con una disminución de estradiol y estrógenos, así como acumulación de grasa visceral, lo cual genera resistencia a la insulina (Anagnostis et al. 2020). En el caso de los hombres, la salud metabólica depende entre otros factores, de un estado androgénico óptimo (Lapauw, 2020), se ha observado que, a mayor edad, menor concentración de testosterona, lo que altera una cascada bioquímica que tienen como resultado el aumento de la absorción de ácidos grasos, aumentando la grasa visceral y generando mayor resistencia a la insulina (Bandgar y Thakkar, 2020).

En cuanto a la actividad física, pudo influir en el alto porcentaje de descontrol metabólico presentado en los pacientes de este estudio. Se ha observado que, la actividad física a diferente intensidad (leve, moderada e intensa), se asoció inversamente con los factores de riesgo cardiovascular y la mortalidad (Ekblom et al. 2021). Además, un análisis longitudinal a 6 años en adultos mexicanos con SM, mostró que los participantes que presentaron sobrepeso u obesidad y además incrementaron la actividad física, tuvieron mejoría en los componentes del SM (Ortiz-Rodríguez et al. 2021). También se ha observado que, el sedentarismo reduce la contracción muscular y con esto existe un menor gasto energético (Júdice et al. 2016). Actividades sedentarias, como ver televisión, está relacionado positivamente con el consumo de alimentos no saludables (Nurwanti et al. 2018). Lo cual conduce a obesidad, resistencia a la insulina, así como a los factores de riesgo de SM (Wansink, 2010).

Los participantes de este estudio consumían una alimentación desequilibrada, como es la “dieta occidental” (alto en kcal, grasas saturadas o trans e HCO simples, así como bajo consumo de verduras y alimentos ricos en fibra), lo que se asoció inversamente con el colesterol HDL y positivamente con la circunferencia de la cintura, TAG, colesterol HDL y LDL, presión arterial sistólica y diastólica, glucosa en ayunas e insulina (Patterson et al. 2021).

Estudios anteriores reportaron que la población México-americana y del noreste de México, presentó elevado descontrol metabólico, con cifras de HDL < 40 mg/dL (Alemán et al. 2018), colesterol  $200 \pm 40.0$  mg/dL, triglicéridos > 160 mg/dL y CC > 110 cm (Okosun et al. 2020), lo cual se asemeja a lo encontrado en el presente estudio.

Los hallazgos del presente estudio demostraron que la suplementación con espirulina 3g al día fue eficaz en la regulación del HDL y TGO. Sin embargo, los resultados pueden ser diferentes dependiendo de la dosis y duración de la suplementación. Se ha observado que adultos que recibieron 1 g de alga espirulina durante 12 semanas presentaron beneficios únicamente al disminuir la concentración de colesterol total y elevar el HDL ( $p < 0.002$  y  $p < 0.05$ , respectivamente) (Zeinalian et al. 2017). El consumo de 4 g de espirulina durante 8 semanas, solo favoreció la disminución de colesterol y de triglicéridos ( $p < 0.05$ ) (Rostami et al. 2022). Por otro lado, pacientes que recibieron 2 g durante 12 semanas, mejoraron significativamente ( $p > 0.05$ ) sus niveles de triglicéridos y HDL, sin embargo, no se mostró beneficio en el colesterol total y la CC. (Zavala, 2020). Además, parece ser que el consumo de alga espirulina y el ejercicio físico puede tener un efecto sinérgico, ya que se observó que un grupo de adultos que consumieron Espirulina y realizaron un programa de ejercicio físico (PEF), obtuvieron mejores resultados en el perfil lipídico que los grupos control y los que solo realizaron PEF (Hernández-Lepe et al. 2019). Como se ha descrito en otros estudios, el principal componente de la espirulina que actúa disminuyendo la concentración de colesterol y triglicéridos es la ficocianina, ya que disminuye la actividad de la lipasa pancreática, lo cual inhibe la absorción de ácidos grasos a nivel

del yeyuno, (Abdelnour et al. 2020), además, activa la lipoproteína lipasa, por consiguiente, degradan a las lipoproteínas y disminuye la concentración de colesterol y triglicéridos (Deng et al. 2010).

### Limitaciones

También se deben mencionar varias limitaciones del presente estudio; El tamaño reducido de la muestra y el período corto de tratamiento podrían estar involucrados en una discrepancia menor de nuestros hallazgos con nuestra hipótesis. Además, un mayor recurso físico y económico permitiría evaluar el comportamiento mensual de las variables durante la intervención e incluso evaluar otras variables de importancia adicionalmente como el LDL-C, resistencia a la insulina, apolipoproteína A-I. Otros factores importantes a considerar es el control de las variables: actividad física y dieta.

### Referencias

- Abdelnour, Sameh A., et al. "The beneficial impacts of dietary phycocyanin supplementation on growing rabbits under high ambient temperature." *Italian Journal of Animal Science*, vol 19, No 1, 2020
- Alemán, M.H, et al. "Prevalence of metabolic syndrome and its determinants in older Mexican non-diabetic adults". *Nutrición Hospitalaria*, vol. 35, No 2, 2018.
- Anagnostis, Panagiotis et al. "Menopause symptom management in women with dyslipidemias: An EMAS clinical guide." *Maturitas* vol. 135, 2020
- Azemi, Nurul Adila et al. "Effect of Linoleic Acid on Cholesterol Levels in a High-Fat Diet-Induced Hypercholesterolemia Rat Model." *Metabolites* vol. 13, No.1, 30 Dec. 2022, doi:10.3390/metabo13010053
- Bae, Chul-Young et al. "Biological age and lifestyle in the diagnosis of metabolic syndrome: the NHIS health screening data, 2014-2015." *Scientific reports* vol. 11, No. 1. 11 Jan. 2021, doi:10.1038/s41598-020-79256-4
- Bandgar, T R, and K Thakkar. "A bidirectional relationship between metabolic syndrome and hypogonadism in men." *Journal of postgraduate medicine* vol. 67, No. 2, 2020, doi:10.4103/jpgm.JPGM\_149\_21
- de la Iglesia, Rocio et al. "Dietary Strategies Implicated in the Prevention and Treatment of Metabolic Syndrome." *International journal of molecular sciences* vol. 17, No. 11, 10 Nov. 2016, doi:10.3390/ijms17111877
- Deng, Ruitang, and Te-Jin Chow. "Hypolipidemic, antioxidant, and antiinflammatory activities of microalgae Spirulina." *Cardiovascular therapeutics* vol. 28, No. 4, 2010. doi:10.1111/j.1755-5922.2010.00200.x
- Eklom-Bak, Elin et al. "Physical activity attenuates cardiovascular risk and mortality in men and women with and without the metabolic syndrome - a 20-year follow-up of a population-based cohort of 60-year-olds." *European journal of preventive cardiology* vol. 28, No. 12, 2021, 1376-1385. doi:10.1177/2047487320916596
- Finamore, Alberto et al. "Antioxidant, Immunomodulating, and Microbial-Modulating Activities of the Sustainable and Ecofriendly Spirulina." *Oxidative medicine and cellular longevity* vol. 2017 (2017): 3247528. doi:10.1155/2017/3247528
- Guembe, María J et al. "Risk for cardiovascular disease associated with metabolic syndrome and its components: a 13-year prospective study in the RIVANA cohort." *Cardiovascular diabetology* vol. 19, No. 1. 22 Nov. 2020, doi:10.1186/s12933-020-01166-6
- Gutiérrez-Solis, Ana Ligia et al. "Prevalence of Metabolic Syndrome in Mexico: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Metabolic syndrome and related disorders* vol. 16, No. 8, 2018. doi:10.1089/met.2017.0157
- Guzmán, Adriana et al. "Effectiveness of interventions for the reversal of a metabolic syndrome diagnosis: An update of a meta-analysis of mixed treatment comparison studies." *Biomedica: revista del Instituto Nacional de Salud* vol. 39, No.4. 1 Dec. 2019, doi:10.7705/biomedica.4684
- Hernández-Lepe, Marco Antonio et al. "Systematic Physical Exercise and Spirulina maxima Supplementation Improve Body Composition, Cardiorespiratory Fitness, and Blood Lipid Profile: Correlations of a Randomized Double-Blind Controlled Trial." *Antioxidants (Basel, Switzerland)* vol. 8, No. 11 507. 23 Oct. 2019, doi:10.3390/antiox8110507
- Júdice, Pedro B et al. "What is the metabolic and energy cost of sitting, standing and sit/stand transitions?." *European journal of applied physiology* vol. 116, No. 2, 2016. doi:10.1007/s00421-015-3279-5
- Lobaton H. "Mathematical modelling as a research tool in the cyanobacteria cultivation [Tesis de doctorado]. Nuremberg; Universidad Friedrich-Alexander Erlangen-Nuremberg; 2017; Disponible en: <https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/8585>
- Lucas, B. F., de Morais, M. G., Santos, T. D., y Costa, J. A. V. "Spirulina for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations". *LWT*, vol. 90, 270-276. 2018. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364381730926X>
- Nurwanti, Esti et al. "Roles of Sedentary Behaviors and Unhealthy Foods in Increasing the Obesity Risk in Adult Men and Women: A Cross-Sectional National Study." *Nutrients* vol. 10,6 704. 31 May. 2018, doi:10.3390/nu10060704
- Okosun, Ike S et al. "Surrogate indexes of insulin resistance and risk of metabolic syndrome in non-Hispanic White, non-Hispanic Black and Mexican American." *Diabetes & metabolic syndrome* vol. 14,1 (2020): 3-9. doi:10.1016/j.dsx.2019.11.012
- Ortiz-Rodríguez, María Araceli et al. "Association between the Use of Health Services, Cardiovascular Risk Factors and Metabolic Syndrome in Mexican Adults." *International journal of environmental research and public health* vol. 18,10 5336. 17 May. 2021, doi:10.3390/ijerph18105336
- Patterson, J. et al. "A Metabolomic Analysis of the Sex-Dependent Hispanic Paradox." *Metabolites* vol. 11,8 552. 20 Aug. 2021, doi:10.3390/metabo11080552
- Pérez Zavala, Miriam. "Eficacia de la espirulina en colaboradores con síndrome metabólico del programa Modo USIL Plus." Universidad San Ignacio de Loyola, 2020.
- Ramírez, B.C.M. y Román M.M.O. "Sobre los alimentos con actividad hipolipemiente". *RCAN*. vol. 28, No. 2, 2018.
- Rostami, H. A. A., et al. "Effect of spirulina on lipid Profile, glucose and malondialdehyde levels in type 2 diabetic patients", *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 58, 2022.
- Saklayen, Mohammad G. "The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome." *Current hypertension reports* vol. 20,2 12. 26 Feb. 2018, doi:10.1007/s11906-018-0812-z
- Serban, Maria-Corina et al. "A systematic review and meta-analysis of the impact of Spirulina supplementation on plasma lipid concentrations." *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* vol. 35,4 (2016): 842-51. doi:10.1016/j.clnu.2015.09.007
- Wansink, Brian. "From mindless eating to mindlessly eating better." *Physiology & behavior* vol. 100,5 (2010): 454-63. doi:10.1016/j.physbeh.2010.05.003
- Wilson, Douglas M. C. et al. "Lifestyle Assessment: Testing the FANTASTIC Instrument." *Canadian Family Physician* vol. 30 (1984): 1863-1866.

Zeinalian, Reihaneh et al. "The effects of Spirulina Platensis on anthropometric indices, appetite, lipid profile and serum vascular endothelial growth factor (VEGF) in obese individuals: a randomized double blinded placebo controlled trial." *BMC complementary and alternative medicine* vol. 17,1 225. 21 Apr. 2017, doi:10.1186/s12906-017-1670-y