

ISSN 2410-3551

Volumen 6, Número 18 — Enero — Marzo — 2019

Revista de Ciencias de la Salud



ECORFAN-Bolivia

Editor en Jefe

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Ciencias de la Salud, Volumen 6, Número 18, Enero a Marzo 2019, es una revista editada trimestralmente por Ecorfan-Bolivia. 21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores - Sucre – Bolivia. WEB: www.ecorfan.org, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC. ISSN-2410-3551. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática Ecorfan. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Marzo 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Revista de Ciencias de la Salud

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Medicina y Ciencias de la Salud, en las Subdisciplinas de ciencias clínicas, ciencias de la nutrición, farmacología, medicina interna, medicina general, medicina interna, medicina preventiva.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Ciencias de la Salud es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Bolivia, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de ciencias clínicas, ciencias de la nutrición, farmacología, medicina interna, medicina general, medicina interna, medicina preventiva con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Medicina y Ciencias de la Salud. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

SOLORZANO - MATA, Carlos Josué. PhD
Université des Sciences et Technologies de Lille

TREVIÑO - TIJERINA, María Concepción . PhD
Centro de Estudios Interdisciplinarios

SERRA - DAMASCENO, Lisandra. PhD
Fundação Oswaldo Cruz

DIAZ - OVIEDO, Aracely. PhD
University of Nueva York

GARCÍA - REZA, Cleotilde. PhD
Universidad Federal de Rio de Janeiro

LERMA - GONZÁLEZ, Claudia. PhD
McGill University

CANTEROS, Cristina Elena. PhD
ANLIS -Argentina

MARTINEZ - RIVERA, María Ángeles. PhD
Instituto Politécnico Nacional

DE LA FUENTE - SALCIDO, Norma Margarita. PhD
Universidad de Guanajuato

PÉREZ - NERI, Iván. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

Comité Arbitral

CARRETO - BINAGHI, Laura Elena. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

ALEMÓN - MEDINA, Francisco Radamés. PhD
Instituto Politécnico Nacional

BOBADILLA - DEL VALLE, Judith Miriam. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MATTA - RIOS, Vivian Lucrecia. PhD
Universidad Panamericana

BLANCO - BORJAS, Dolly Marlene. PhD
Instituto Nacional de Salud Pública

NOGUEZ - MÉNDEZ, Norma Angélica. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MORENO - AGUIRRE, Alma Janeth. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

SÁNCHEZ - PALACIO, José Luis. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ - RODRÍGUEZ, Ana Alejandra. PhD
Instituto Politécnico Nacional

CARRILLO - CERVANTES, Ana Laura. PhD
Universidad Autónoma de Coahuila

CRUZ, Norma. PhD
Universidad Autónoma de Nuevo León

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Ciencias de la Salud emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Bolivia considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Ciencias clínicas, ciencias de la nutrición, farmacología, medicina interna, medicina general, medicina interna, medicina preventiva y a otros temas vinculados a las Medicina y Ciencias de la Salud.

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Desarrollo de productos de uso personal y alimenticios utilizando frutos y plantas de la región como medida de prevención de enfermedades transmitidas por el mosquito Aedes aegypti: avances de proyecto del cuerpo académico UTSEM-CA-1*, por HERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, María del Rosario, ROJO-BURGOS, Maricela y ASTIVIA-ARELLANO, Félix, con adscripción en la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México, como siguiente artículo presentamos, *Partículas ambientales en bronquio y tejido pulmonar humano*, por PEÑA-GARCIA, Laura, MACIEL-FLORES, Roberto, ROBLES-MURGUÍA, Celia y ROSAS-ELGUERA, José, con adscripción en la Universidad de Guadalajara, como siguiente artículo presentamos, *Caracterización de tamaños de partículas suspendidas en un área conurbada de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México*, por GARCÍA-VELASCO, Javier, GONZÁLEZ-TORRES, Graciela, CONTRERAS-RODRÍGUEZ, Sergio H. y CORTES-ROMAN, Isabel, con adscripción en la Universidad de Guadalajara, como último artículo presentamos, *Barreras en la atención de la morbilidad materna en Yaxkukul, Yucatán, México*, por RODRÍGUEZ-ANGULO, Elsa, SOLÍS-RIVERO, Marita, OJEDA-RODRÍGUEZ, Ricardo y ANDUEZA-PECH, Guadalupe, con adscripción en la Universidad Autónoma de Yucatán.

Contenido

Artículo	Página
Desarrollo de productos de uso personal y alimenticios utilizando frutos y plantas de la región como medida de prevención de enfermedades transmitidas por el mosquito <i>Aedes aegypti</i>: avances de proyecto del cuerpo académico UTSEM-CA-1 HERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, María del Rosario, ROJO-BURGOS, Maricela y ASTIVIA-ARELLANO, Félix <i>Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México</i>	1-9
Partículas ambientales en bronquio y tejido pulmonar humano PEÑA-GARCIA, Laura, MACIEL-FLORES, Roberto, ROBLES-MURGUÍA, Celia y ROSAS-ELGUERA, José <i>Universidad de Guadalajara</i>	10-17
Caracterización de tamaños de partículas suspendidas en un área conurbada de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México GARCÍA-VELASCO, Javier, GONZÁLEZ-TORRES, Graciela, CONTRERAS-RODRÍGUEZ, Sergio H. y CORTES-ROMAN, Isabel <i>Universidad de Guadalajara</i>	18-27
Barreras en la atención de la morbilidad materna en Yaxkukul, Yucatán, México RODRÍGUEZ-ANGULO, Elsa, SOLÍS-RIVERO, Marita, OJEDA-RODRÍGUEZ, Ricardo y ANDUEZA-PECH, Guadalupe <i>Universidad Autónoma de Yucatán</i>	28-34

Desarrollo de productos de uso personal y alimenticios utilizando frutos y plantas de la región como medida de prevención de enfermedades transmitidas por el mosquito *Aedes aegypti*: avances de proyecto del cuerpo académico UTSEM-CA-1

Development of personal care and food products using regional fruits and plants as a measure to prevent diseases transmitted by the mosquito *Aedes aegypti*: advances of the academic body project UTSEM-CA-1

HERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, María del Rosario†*, ROJO-BURGOS, Maricela y ASTIVIA-ARELLANO, Félix

Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México. Km 12 Carretera Tejupilco-Amatepec, SN. San Miguel Ixtapan, Tejupilco, México. C.P. 51426

ID 1^{er} Autor: María del Rosario, Hernández-Domínguez / ORC ID: 0000-0001-9073-4718, CVU CONACYT ID: 913844

ID 1^{er} Coautor: Maricela, Rojo-Burgos / ORC ID: 0000-0001-7452-9829, CVU CONACYT ID: 913847

ID 2^{do} Coautor: Félix Astivia-Arellano / ORC ID: 0000-0002-4149-8197, CVU CONACYT ID: 999084

DOI: 10.35429/JOHS.2019.18.6.1.9

Recibido Enero 20, 2019; Aceptado Marzo 24, 2019

Resumen

El objetivo del presente proyecto es desarrollar diversos productos, de uso personal y alimentos, utilizando extractos naturales de plantas de la región, que reduzcan el impacto causado por *Aedes aegypti*. Hasta diciembre de 2018, los avances que se tuvieron constan del desarrollo de un prototipo de parche repelente, dos productos de aplicación cutánea en spray, jabón para manos y un incienso. Las plantas utilizadas son *Ricinus communis*, *Artemisia ludoviciana*, *Cymbopogon citratus*, *Cucurbita máxima*, *Coffea arabica* y *Syzygium aromaticum*, después de un acondicionamiento, se obtuvieron extractos utilizando solventes orgánicos; se formularon a diferentes concentraciones y con pruebas de laboratorio (*in vitro*) fue probada su eficacia, midiendo la repelencia en un periodo de tiempo. Se encontró que la mezcla de los aceites esenciales de plantas en formulación apropiada, son aptas para repeler a la especie *Aedes aegypti*, al igual que los repelentes comerciales clasificados como sintéticos. Con este trabajo, se están aprovechando las propiedades repelentes de plantas dando un valor en beneficio a la población aportando una solución a problemas actuales de salud de la región.

Proyecto, Plantas repelentes, *Aedes aegypti*

Abstract

The objective of this project is to develop various personal care and food products using natural extracts of regional plants, which reduce the impact caused by *Aedes aegypti*. As of December 2018, the advances that were made consist of the development of a repellent patch prototype, two cutaneous spray products, hand soap, and an incense. The plants used are *Ricinus communis*, *Artemisia ludoviciana*, *Cymbopogon citratus*, *Cucurbita maxima*, *Coffea arabica* and *Syzygium aromaticum*. After conditioning, extracts were obtained using organic solvents. The extracts were formulated at different concentrations, and through *in vitro* laboratory testing, their effectiveness was tested, measuring repellency over a period of time. It was found that the mixture of the plant's essential oils in an appropriate formulation, is apt to repel the species *Aedes aegypti*, like synthetic commercial repellents. With this work, we are taking advantage of the plant's repellent properties, and giving valuable benefit to the population by contributing a solution to the region's current health problems.

Project, Repellent plants, *Aedes aegypti*

Citación: HERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, María del Rosario, ROJO-BURGOS, Maricela y ASTIVIA-ARELLANO, Félix. Nivel de Salud en Trabajadores de la Industria Automotriz, en la ciudad de Saltillo, Coahuila. Revista de Ciencias de la Salud. 2019. 6-18: 1-9.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mrossy_gb@yahoo.com.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor

Introducción

La universidad Tecnológica del Sur del Estado de México (UTSEM), se encuentra ubicada en el municipio de Tejupilco, Estado de México, junto con los municipios de Amatepec, Tlatlaya y Luvianos, comprende la región sur del estado; tiene limitancias con los estados de Michoacán y Guerrero (Nuncio-Quiroz *et al*, 2012). En la región se presenta un clima subtropical con temperatura alta (hasta 40 °C), abundante lluvia en verano y tiene condiciones montañosas, todas estas características la hacen un ambiente ideal para el criadero y propagación del mosquito “*Aedes aegypti*”, comúnmente conocido como zancudo o mosquito, así como la transmisión de enfermedades a causa de este vector: dengue, chikungunia y zika; el riesgo a estas enfermedades va de mediano y alto, según la clasificación epidemiológica (Ríos Tovar, 2016; ISEM, 2018).

El incremento de contagio de dengue ocasionado por el mosquito transmisor “*Aedes aegypti*”, causa problemas graves de salud entre los habitantes de la región sur del estado, pocos son los casos registrados y por experiencia se sabe que muchos no se reportan al sector salud y no reciben atención médica, pese a las campañas de prevención del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) y de la Organización Panamericana de la Salud; cabe mencionar además, el desequilibrio en la alimentación en la población es también uno de los factores que afectan en el sistema inmune, lo que incrementa la probabilidad de desarrollar alguna enfermedad transmitida por la picadura de mosquitos, constituyendo un problema de salud pública (Espinal *et al*, 2019; Tapia-López *et al*, 2019).

Hay referencias que muchas plantas contienen sustancias químicas que de forma natural son eficaces para matar o repeler a los mosquitos y otros insectos (Ferreira and Moore, 2011). Se menciona, por ejemplo, que la canela contiene un aceite eficaz para matarlos, efecto similar al del DEET (N, N-diethyl-metoluamida) o al picaridin, compuestos químicos que contienen la mayoría de los repelentes comerciales (Fradin, 2019; Diaz, 2016). Otras plantas contienen sustancias como flavonoides, ácidos fenólicos y otros componentes químicos que se atribuye la propiedad de repeler insectos (Giménez Serrano, 2005; Ferreira and Moore, 2011).

Los repelentes no matan al insecto pero si son una buena alternativa de barrera. El DEET ha superado muchas pruebas de toxicidad, aunque hay pruebas que muestran su efecto tóxico desde leves a severos niveles (Nieves E, Fernández J, *et al*. 2010) más si se aplica de forma simultánea con otros productos de uso en la piel (Godoy, Gutiérrez e Hajar, 2016) o el caso del uso en niños (Giménez Serrano, 2005) que no es recomendable a altas concentraciones y por la resistencia que se puede generar (Singh *et al*, 2012; Villavicencio, Pérez y Gordillo, 2010).

Una gran variedad de flora con múltiples utilidades, que otorgan muchos y variados beneficios, además de los predominantes usos medicinal y comestible es encontrada en la región. Una de ellas es su efecto repelente de insectos, dentro de las cuales se encuentran: 1) higuierilla (*Ricinus communis*) en la que se ha identificado al germacreno D, trans -cariofileno, biciclogermacreno y germacreno B como los componentes químicos mayoritarios y que tiene una mortalidad >50% para *Aedes aegypti* (Roldán, Morales y Otiniano, 2014); 2) estafiate (*Artemisia ludoviciana*) se reportó que los extractos probados en macerado e infusión al 5% provocan el 78.6% de mortalidad en larvas (Cazares, 2006; Saeidnia *et al*, 2017); 3) Te limón (*Cymbopogon citratus*) contiene un alto contenido de geraniol, linalol, metilheptona, citronelol, limoneno y diterpenos y de acuerdo a estudios realizados es un repelente de insectos (Ricci *et al*, 2006; Espitia, 2011; Teixeira Pinto *et al*, 2015); 4) la semilla de calabaza (*Cucurbita maxima*), al contener triterpenos como las cucurbitacinas, es empleado como un insecticida; 5) el grano de café (*Coffea arabica*) contiene diterpenos (principalmente cafestol y kahweol), ceras, ácidos grasos libres, esteroides y tocoferoles, cafeína y otros compuestos, en el tostado se generan otros más, muchos de estos han sido probados como tóxicos para diferentes especies animales (Satho *et al*, 2015; Villarreal-Peña, Baena-Clavijo y Posada-Suárez, 2012; Gotteland y De Pablo, 2007); 6) el clavo de olor (*Syzygium aromaticum*) contiene eugenol, carvacrol, thymol y cinamaldehído, probados como seguros para la piel y con una buena eficacia como repelente de mosquitos por hasta 225 minutos (Ferreira and Moore, 2011).

La necesidad de encontrar alternativas para el control de la picadura del mosquito *Aedes aegypti*, utilizando extractos naturales de frutas y plantas de la región, formulados en proporciones adecuadas, constituye el eje de trabajo del desarrollo de productos repelentes de aplicación cutánea, productos de limpieza, así como productos alimenticios que fortalezcan la nutrición y al sistema inmune, que reduzcan el impacto causado por este insecto como medida de prevención de contagio.

Lo anterior, son también los propósitos del proyecto "Desarrollo de productos de uso personal y alimenticios utilizando frutos y plantas de la región como medida de prevención de enfermedades transmitidas por el mosquito *Aedes aegypti*", que en 2017 fue propuesto y aprobado en el Programa de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos con un monto de \$296.000,00 para el cuerpo académico UTSEM-CA-1 Tecnología de Alimentos.

Hasta el mes de abril del año 2019, los avances que se han tenido constan del desarrollo de un prototipo de parche repelente, dos productos de aplicación cutánea en spray, jabón para manos e incienso ambiental, también se han elaborado alimentos pero aún no ha sido probada su eficacia. En los siguientes apartados se describe el proceso de desarrollo década uno de estos.

Metodología

Proceso metodológico del proyecto

Realización de una búsqueda documental y de campo sobre el uso de plantas y frutos utilizados para evitar picaduras de mosquitos o barrera en los hogares, jardín y de uso corporal y alimenticio.

Establecimiento de procesos y formulaciones de productos de uso personal (lociones en spray (repelente), jabón, shampoo, u otros) así como alimentos ricos en nutrientes que favorezcan el sistema inmune.

Comprobación de la efectividad de los productos de uso mediante pruebas piloto en laboratorio.

Determinación de la composición de sustancias químicas activas (que tienen efecto positivo en el sistema inmunológico) de los productos alimenticios.

Formulación de estrategias que permitan la divulgación de los hallazgos de la investigación y la transferencia tecnológica.

Proceso de desarrollo de repelentes de aplicación cutánea

Selección de plantas. Se identificaron las plantas y su disponibilidad en la región, basándose en los compuestos activos presentes y la repelencia a *Aedes Aegypti*. Se seleccionaron: semilla seca de higuera (*Ricinus communis*), hojas de zacate o te limón (*Cymbopogon citratus*), hojas y tallos de estafiate (*Artemisia ludoviciana*), semillas de calabaza (*Cucurbita máxima*), granos maduros de café, y también se adquirió clavo de olor en tiendas de conveniencia. Las plantas y semillas se obtuvieron en seco y se acondicionaron retirando el exceso de polvo y materia extraña.

Pre-tratamiento. Cada una de las muestras de plantas se sumergieron en una solución desinfectante de plata coloidal al 0.35 % y se dejaron en reposo por 10 min. Las partes aéreas de las plantas se trocearon, las semillas se trituraron ligeramente con la ayuda de un mortero con pistilo. Se colocaron en charolas de aluminio con orificios y se introdujeron a un deshidratador eléctrico Marca Polinox por cuatro horas a una temperatura de 60 a 70°C. Al finalizar, se dejaron enfriar por 15 min y se empaquetaron en bolsas metalizadas al vacío, hasta su uso.

Extracción de aceites. La extracción se realizó utilizando el equipo Soxhlet (Ríos. L, Lopera. G, *et al*, 2006), se pesaron por separado (semillas trituradas de higuera, hojas de té limón, hojas y tallos de estafiate, se colocaron dentro de un cartucho de celulosa e introdujeron en la cámara de extracción, donde se vertió previamente el solvente (éter de petróleo o alcohol etílico y metanol, éste último para café y clavo). Se realizó la extracción por 3 h, con un total de cuatro descargas y antes de la última descarga se retiró el extractor y se vació el excedente de solvente a un rotavapor para su limpieza. Después se colocó el matraz con la muestra en la estufa hasta peso constante y para volatilizar el solvente residual.

Formulación del compuesto repelente en spray. Se realizaron formulaciones a prueba y error, hasta obtener una con aroma agradable y duradero. Se realizaron combinaciones de extractos para dos tipos de repelentes, el primero con té limón, estafiate e higuierilla; y, el segundo con té limón, higuierilla y semilla de calabaza.

Pruebas de efectividad y repelencia

- Captura de mosquitos:** la muestra fue tomada de *Aedes aegypti* fue tomada de los alrededores de la UTSEM y de la cabecera municipal de Tejupilco, en diferentes lugares como viviendas, comercios, entre otros, cerca de estanques de agua. Se utilizaron trampas de malla. Una vez recolectados, se llevaron al laboratorio para resguardarlos sin alimentación (en recipientes cerrados con agua limpia) hasta la realización de los ensayos.
- Bioensayo.** Se colocaron igual número de mosquitos en recipientes cerrados y se realizó la prueba: todos los experimentos se realizaron de 5 a 6 de la tarde. En 3 frascos en total con igual número de mosquitos, se introdujeron 2 algodones, uno como vehículo y el otro como muestra del repelente con diferente cantidad en cada frasco, el primer algodón fue impregnado de sangre de pollo para atraer al mosquito. Se contó el total de los atraídos por la sangre y se comparó con el blanco o testigo (basándose en la técnica usada por Moctezuma *et al*, 2014).
- Prueba de tolerancia.** Se hizo una aplicación repetida de la sustancia a probar, en una zona de la piel (anterior del antebrazo); esta prueba se hizo para demostrar la tolerancia a alguna sustancia sobre la que se tiene sospecha clínica (Avilés *et al*, 2013). El repelente se aplicó en diferentes personas (miembros del equipo de trabajo), las cuales fueron observadas durante cada hora en un periodo total de 5 horas haciendo énfasis en los cambios físicos en la piel, duración del olor de cada spray y posibles manchas en la ropa.

Formulación de jabón líquido e incienso ambiental

Como complemento a la formulación de repelentes de aplicación cutánea, se formuló un jabón líquido para manos.

Se realizó una extracción como en los productos anteriores, usando alcohol etílico como solvente para los granos de café sin tostar y tostados, y clavos de olor); se usó una base para jabón formada por texapón al 5%, carboximetilcelulosa (CMC), lauril sulfato de sodio y glicerina; se preparó una mezcla de extractos de aceite de higuierilla, grano de café tostado, café sin tostar y extracto de clavo olor, probando diferentes formulaciones y modos de incorporación de ingredientes.

Un repelente ambiental, en forma de incienso también fue elaborado. Usando un material de soporte (madera molida) e incorporando una mezcla de extractos alcohólicos de café verde y tostado, e higuierilla, usando goma arábica como agente estabilizante.

Proceso de elaboración del parche repelente

El siguiente diagrama es resultado de una búsqueda bibliográfica y de patentes, sobre la repelencia de las plantas estudiadas, para proponer un parche repelente (ver Figura 1).

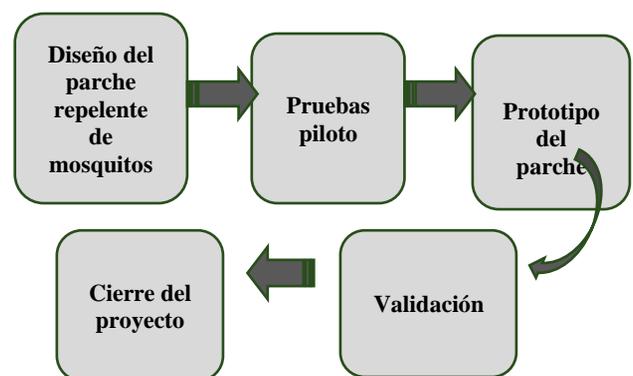


Figura 1 Metodología de desarrollo de un parche repelente

Fuente: elaboración propia

Resultados

Como resultado de la revisión del estado del arte en el tema se eligieron plantas para trabajar los productos debido a su efecto repelente y la accesibilidad de estos en la región que son: 1) higuierilla (*Ricinus communis*), 2) estafiate (*Artemisia ludoviciana*), 3) té limón (*Cymbopogon citratus*), 4) la semilla de calabaza (*Cucurbita máxima*), café (*Coffea arabica*) y clavo de olor (*Syzygium aromaticum*), éste último no se cultiva en la región pero se dispone comercialmente.

Repelente con higuera, estafiate y té limón

Con los aceites extraídos se realizaron las combinaciones necesarias para conseguir una formulación repelente del mosquito *Aedes aegypti*. En la tabla 1 se muestra la formulación con una mayor durabilidad en el aroma (a criterio del equipo de trabajo) y agradable al olfato según sus compuestos bioactivos. Esta formulación se probó en un ensayo teniendo un testigo (sin repelente), una porción de 0.3 ml y otra de 0.5 ml de la mezcla, utilizando un algodón impregnado con sangre, donde se roció el repelente formulado.

En el bioensayo se encontró que, en el frasco 1 marcado como testigo (sin repelente), los mosquitos se acercaron al algodón con sangre sin obstáculos; en el frasco 2 con 0.3 ml y en el 3 con 0.5 ml de la misma formulación (tabla 1) los mosquitos se alejaron del algodón con sangre, estos se anclaron en las partes más alejadas del algodón con mezcla repelente. La muestra con 0.5 ml de repelente consiguió alejar al 95% de los mosquitos en el frasco. En las pruebas de tolerancia no se presentó ningún tipo de irritación en la piel.

Compuesto	Porcentaje utilizado
Alcohol etílico	9.10%
Fijador	15.15%
Aceite de higuera	30.30%
Aceite de estafiate	30.30%
Aceite de té limón	15.15%

Tabla 1 Formulación del compuesto bioactivo repelente
Fuente: elaboración propia.



Figura 2 Bioensayo y repelencia
Fuente: fotografía de los autores

Repelente con higuera, té limón y semilla de calabaza

Se realizaron 3 formulaciones del spray repelente (identificándolas como #1 con 9% de cada aceite, #2 con 4.5 % de c/u aceites y #3 4.5% de extracto de té limón, 13.6% de semilla de calabaza y 9% de higuera), realizando pruebas de duración y efectividad para elegir la mejor formulación (figura 2). Se observó separación de los aceites debido a la composición de las mezclas en las formulaciones #2 y #3, la formulación #1 permaneció estable. Se observó que el tiempo o duración del efecto de las muestras fue variable, la formulación que más prevaleció fue la #3, duró 5 horas; la formulación #2, 2 horas; y la #1, 4 horas.

Con estas formulaciones se realizó un ensayo utilizando frascos de vidrio (con 15 mosquitos en cada frasco), se introdujo un algodón impregnado con muestra, como se indica en la tabla 2.



Figura 3 Prueba de tolerancia del repelente de aplicación cutánea
Fuente: fotografía de los autores

En la tabla 2 se muestra la cantidad de mosquitos que se acercaron en la prueba.

Muestras	Numero de mosquitos atraídos en 5 minutos
Testigo (con agua)	5
Con sangre	4
Con repelente #1	0
Con repelente #2	3
Con repelente #3	1

NOTA: Núm. De mosquitos= cantidad de mosquitos que se acercaron a la muestra en cierto tiempo

Tabla 2 Distribución del bioensayo en el repelente en spray formulado con extractos de higuera, té limón y semilla de calabaza

Fuente: elaboración propia

El repelente uno (#1) fue el que cumplió con las características de un repelente comercial (por la duración del efecto, no causó alteraciones en la piel y no dejó manchas en la ropa), además de su nivel de repelencia al lograr que ningún mosquito de la especie *Aedes aegypti* se halla acercado a la muestra. Fue necesario el uso de *Dimeticona Copoliol* (fijador) para la unión de los aceites.

Jabón líquido para manos

Después de hacer varias formulaciones, se seleccionó una mezcla de 4% de extracto de higuerilla, 3% de café tostado, 2% de café verde y 1% de clavo de olor. Para reforzar el aroma del jabón se utilizó esencia citral, y colorantes amarillo 5 y azul 1 para proporcionar color. En las pruebas de repelencia se obtuvo un 50% de eficacia, esto era de suponerse debido al enjuague que se tiene después del lavado. Una observación en este producto es que las personas que lo probaron (con consentimiento informado) comentaron que “las manos quedaban muy suaves”.

Repelente ambiental tipo incienso

Se elaboró un incienso en forma de cono, con aroma a café, de un peso de 5g. Con una combustión de aproximadamente 45 minutos y aroma por al menos dos horas. Mostrando una repelencia elevada de mosquitos (este proyecto está en proceso de registro de modelo de utilidad).

Parche repelente de mosquitos

El parche repelente será un producto pequeño (con una longitud de 3cm y un ancho máximo de 2cm), flexible, delgado (de 1 mm de grosor), de textura suave, parecido a una banda adhesiva; su diseño es con forma de hoja, para hacerlo llamativo y distintivo a la vista de las personas evocando el origen natural de sus componentes. Las sustancias activas (extractos de té limón, higuerilla y estafiate) se encontrarán entre una doble capa de material polimérico, poseerá un adhesivo que lo mantendrá firme, y además, tendrá un recubrimiento contra el agua. Al frotar el parche, empezará la liberación de los compuestos activos de los extractos de plantas. Como el proceso de liberación es lento, el parche puede tener una duración de 48 horas, pero si se incrementa la temperatura corporal su efecto se reduce a 24 horas.

Esta es la descripción del prototipo que actualmente se encuentra en proceso de registro ante Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, por lo cual se reserva la información detallada del producto.

Cabe mencionar que con el proyecto “Parche repelente” se participó en el Programa "Premio a Jóvenes Inventores e Innovadores del Estado de México 2017" en la categoría de Farmacéutica, tras una evaluación rigurosa por científicos destacados del Estado de México, el proyecto resultó en un primer lugar, recibiendo un reconocimiento y premio en efectivo por \$50 mil pesos durante la edición de la Feria de Ciencias e Ingenierías del Estado de México (FECIEM) el 25 de septiembre de 2017, a cargo del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT) en las instalaciones del Centro de Exposiciones y Convenciones de Toluca, del 24 al 28 de septiembre.

Conclusiones

Algunas plantas utilizadas tanto para el repelente como para el parche son tomadas como maleza a excepción del té limón y la semilla de calabaza; el café es cultivado en el municipio de Amatepec, y el clavo está disponible comercialmente, plantas pueden ser encontradas fácilmente en la región sur del Estado de México. Con este proyecto se está dando un valor agregado y se rescatando conocimientos herbolarios mexicanos; se están aprovechando sus propiedades repelentes en beneficio a la población y aportando una solución a problemas actuales de salud.

Se concluye que la mezcla de los aceites esenciales de plantas en una combinación o formulación apropiada, son aptas para repeler a las hembras de la especie *Aedes aegypti*, al igual que los repelentes comerciales que generalmente son clasificados como repelentes sintéticos al tener como principio activo el componente químico DEET, al sustituir este componente por los aceites esenciales de las plantas se está creando un repelente natural. Es importante tener conocimiento sobre cuáles pueden ser los efectos toxicológicos de los recursos naturales utilizados como repelentes a largo plazo, por lo que se seguirá trabajando en las pruebas para demostrar su no toxicidad. Así mismo se seguirán realizando los productos planteados en este proyecto del Cuerpo Académico UTSEM-CA-1 Tecnología de Alimentos.

Agradecimiento

Se agradece el financiamiento del Programa de Fortalecimiento de Cuerpos Académicos 2017 para el desarrollo del proyecto de PRODEP.

Se agradece el apoyo y asesoría del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT) para el desarrollo del proyecto "Desarrollo de un parche a partir de extractos de tres plantas (*Ricinus communis*, *Artemisia ludoviciana* y *Cymbopogon citratus*) con propiedades repelentes al mosquito *Aedes aegypti* para la prevención del dengue, en la región Sur del Estado de México".

Referencias

- Aviles, M., Flores, R., y Charcas, A. (2013). *Estudio del efecto repelente y biocida de un extracto oleoso obtenido a partir de especies silvestres contra Aedes aegypti insecto hematófago transmisor del dengue*, Sucre 2012. Revista ciencia, tecnología e innovación-Bolivia 7(8):465-470. Disponible desde: http://www.usfx.bo/nueva/Dicyt/RevistaCienciaTecnolog%C3%ADaeInnovaci%C3%B3n/7_R evCienciaTecnologiaeInnovacionVol7_n8/Revista%20Vol.%207%20Nro.%208_articulo_03.pdf.
- Cazares, J.H. (2006). *Actividad en Drosophila melanogaster y Sitophilus zeamais (Insecta) de aceites esenciales de plantas usadas para combatir insectos en Hidalgo*. Tesis Licenciatura en Biología, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Actividad%20en%20drosophila.pdf>
- Diaz, J.H. (2016). *Chemical and Plant-Based Insect Repellents: Efficacy, Safety, and Toxicity*. Wilderness & Environmental Medicine 27(1); 153:163. Recuperate of [https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032\(15\)00434-2/fulltext](https://www.wemjournal.org/article/S1080-6032(15)00434-2/fulltext)
- Espinal, M.A., Andrus, J.K., Jauregui, B., Waterman, S.H. Morens, D.M., Santos, J.I., Hosrtick, O., Francis, A.L. y Olson, D. (2019). *Arbovirosis emergentes y reemergentes transmitidas por Aedes en la Región de las Américas: implicaciones en materia de políticas de salud*. Am J Public Health. 43;1:8. Recuperado de <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/50939/v43eAPHA22019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espitia, C.R.Y. (2011). *Evaluación de la actividad repelente e insecticida de aceites esenciales extraídos de plantas aromáticas utilizados contra Tribolium castaneum Hernst (Coleoptera:Tenebrionidae)*. Tesis Magister en Toxicología, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4264/1/05598931.2011.pdf>
- Ferreira, M.M. and Moore, S.J. (2011). *Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing*. Malaria J. v. 10 (suppl 1); 2011. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3059459/>
- Fradin, M.S. (2019). *6-Insect Protection*. Travel Medicine (Forth Edition). Pages 43-52. Disponible desde: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323546966000069>
- Giménez Serrano, S. (2005). *Repelentes de insectos: Revisión*. Farmacia Profesional. 19(6):48-53. Disponible en: www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-repelentes-insectos-13076259
- Giménez Serrano, S. (2005). *Repelentes de insectos: Revisión*. Farmacia Profesional. 19(6):48-53. Disponible en: www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-repelentes-insectos-13076259
- Godoy, N. Gutiérrez, E.L. e Hajar, G. (2016). *¿Son efectivos los repelentes contra mosquitos para prevenir enfermedades transmitidas por vectores?* Acta Medica Peruana. 33(4):346-347. Disponible en: www.redalyc.org/pdf/966/96650072019.pdf

Gotteland, M. y De Pablo, S. (2007). Algunas verdades sobre el café. *Rev Chil Nutr* 34(2); 105:115. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000200002>

Instituto de Salud del Estado de México (2018). Dengue, Chikungunia y Zika. Secretaría de Salud, Estado de México Recuperado de http://salud.edomex.gob.mx/isem/tp_v_denguez ikach

Moctezuma M., S.F., Rojas V., C.V, Torres N., O.U y Valencia Z., K.A. (2014). *La Citronella Cymbopogon nardus funciona como perfume anti-mosquitos. Congreso Estudiantil de Investigación del SI 2014. Proyecto CIN2014A10213.* Universidad del Valle de México, Campus Hispano. 8 págs.

Nieves, E., Fernández, J., Lias, J., Rondón, M., Briceño, B. (2010). *Actividad repelente de aceites esenciales contra las picaduras de Lutzomyia migonei (Diptera: Psychodidae).* *Rev. Biol.Trop*, 58 (4): 1549-1560. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000400038

Nuncio-Quiroz, A.K., Santana-Juárez, M.G., Gómez-Álvarez, M.A. y Medina-Torres, E. (2012). *Distribución espacial del vector Aedes aegypti del dengue clásico y su relación con características físico-geográficas en la Jurisdicción Sanitaria Tejupilco, Estado de México: 2000-2005.* *Lujan* 4(4): 77-110. Disponible en: <http://www.gesigproeg.com.ar/documentos/revista-geosig/2012/Investigacion/04-NUNCIO-ETAL-GEOSIG4-2012.pdf>

Ricci, M., Badín, S., Ringuelet, J. y Kahan, A. (2006). *Utilización de aceite esencial de Lemongrass (Cymbopogon citratus Stapf) como repelente de Diuraphis noxia Kurdj. (Hemiptera: Aphididae) en trigo.* *Agric. Téc.* 66(3):256-263. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072006000300004

Ríos Tovar, L. (2016). *Dengue, Zika y Chicungunya.* Conferencia impartida el 24 de enero de 2016 en la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México. Instituto de Salud del Estado de México (ISEM).

Ríos, L, Lopera, J, Caicedo, R, et at. (2006). *Extracción y caracterización de aceite de cardamomo (Elettaria cardamomum);* *Dyna*, 74 (151), 47-52. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/496/49615106.pdf>

Roldán, J.R., Morales, R.R., y Otiniano, G.C. (2015). *Efecto repelente del aceite del endospermo de Ricinus communis (Euphorbiaceae) en Culex quinquefasciatus (Diptera: Culicidae), bajo condiciones experimentales.* *REBIOL* 2015; 31(1):82-90. Disponible en: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/download/880/809>

Saeidnia, S., Asti, J., Manayi, A., Gohani, A.R., Nezhadali, A., Larí, J. and Kurepaz-Mahmoodabadi, M. (2017). *Bioactive sesquiterpene lactone from Artemisia santolina.* *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* 16(6):570-577. Atavailable at: www.redalyc.org/articulo.oa?id=85653615005

Satho, T., Dieng, H., Ahmad, M. H. I., Ellias, S.B., Hassan, A.A., Abang, F., Ghani, I.A., miake, F., Ahmad, H., Fukumitsu, Y., Zuharah, W.F., Majid, A. H. A., Kassim, N.F.A., Hashim, N.A., Ajibola, O. O., Al-Khayyat, F.A. and Nolasco-Hipolito, C. (2015). *Coffe and its waste repel gravid Aedes albopictus females and inhibit the development of their embryos.* *Parasit Vectors.* 8;272. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4436121/>

Singh R., I. & Singh R., A. (2012). *Efficacy of essential oils of aromatic plants as larvicide for the management of filarial vector Culex quinquefasciatus Say (Diptera: Culicidae) with special reference to Foeniculum vulgare.* *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2 (3): 184-189. Available at: [http://doi.org/10.1016/S2222-1808\(12\)60044-9](http://doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60044-9).

Tapia-López, E., Bardach, A., Ciaponi, A., Alcaraz, A., García-Perdomo, H.A., Ruvinsky, S. y Belizán, M. (2019). *Experiencias, barreras y facilitadores en la implementación de intervenciones de control del Aedes aegypti en América Latina y Caribe: estudio cualitativo.* *Cad. Saúde Pública.* 35(5); 1:14. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/csp/v35n5/1678-4464-csp-35-05-e00092618.pdf>

Teixeira Pinto, Z., Fernández Sánchez, F., Ramos, A., Fernández, A.C., Pinto Ferreira, E., Escalona, A.J.C. and Carvalho Quiroz, M.M. (2015). *Chemical composition and insecticidal activity of Cymbopogon citratus essential oil from Cuba and Brazil against housefly*. Braz. J. Vet. Parasitol. Jaboticabal 24(1):36-44. Disponible en: www.redalyc.org/articulo.09?id=397841495004

Villarreal-Peña, D., Baena-Clavijo, L.M. y Posada-Suárez, H.E. (2012). *Análisis de lípidos y ácidos grasos en café verde de líneas avanzadas de Coffea arabica cultivadas en Colombia*. Conicafé. 63(1); 19:40. Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/publications/2.Analisis.pdf>

Villavicencio, N, M., Pérez, E. B., Gordillo, M. A. (2010). *Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México*. Polibotánica, núm. 30, pp. 193-238. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682010000200012

Partículas ambientales en bronquio y tejido pulmonar humano

Environmental particles in bronchus and human lung tissue

PEÑA-GARCIA, Laura†, MACIEL-FLORES, Roberto, ROBLES-MURGUÍA, Celia y ROSAS-ELGUERA, José

Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez 2100, Nextipac, 44600 Zapopan, Jal.

ID 1^{er} Autor: *Laura, Peña-García* / ORC ID: 0000-0002-9008-133, Researcher ID Thomson: U-4752-2018, CVU CONACYT ID: 311129

ID 1^{er} Coautor: *Roberto, Maciel-Flores* / ORC ID: 0000-0002-3540-860X

ID 2^{do} Coautor: *Celia, Robles-Murguía* / ORC ID: 0000-0001-6413-0478, SCOPUS ID: 22948975000

ID 3^{er} Coautor: *Diana Luz, Torres-Bárceñas* / CVU CONACYT ID: 10786

DOI: 10.35429/JOHS.2019.18.6.10.17

Recibido Enero 09, 2019; Aceptado Marzo 15, 2019

Resumen

Objetivo. Identificar partículas ambientales en bronquio y tejido pulmonar humano por medio de la técnica SEM. **Metodología** Las muestras se fijaron por inmersión en glutaraldehído al 2% durante 2 horas, posteriormente se realizó un lavado con amortiguador de fosfatos 1x pH 7 y ligera agitación (x3) (1x, 2x y x3). Finalmente, las muestras se desecaron de punto crítico con un equipo Samdri 795 de Tousimis. Este fue el proceso al que se llevaron las muestras para realizar análisis EDS con un equipo Jeol JSM 6610LV, operándose a 10kV, con detector EDS Oxford Xmax y software AZtec de Oxford. La observación en el microscopio electrónico de barrido se realizó con detector de electrones secundarios. Para el montaje se utilizó un porta muestras para microscopia electrónica de barrido, sobre un sustrato de cinta doble cara de carbón. Se les dio a las muestras un recubrimiento con material conductor (oro 99.9%) mediante sputtering con el equipo Denton Vacuum V. **Contribución.** En pulmón se identificaron 21 elementos, además de observar la forma y tamaño de las partículas. Dichas imágenes se compararon con algunas otras partículas medioambientales presentadas por autores diversos. Se consultaron los usos de estos elementos y se identificó que algunos de ellos se utilizan en la industria automotriz, eléctrica y en medicina, además de que en la alimentación también tienen gran influencia.

Tejido pulmonar, SEM, Metales pesados

Abstract

Objectives. Identify environmental particles in bronchus and human lung tissue through the SEM technique **Methodology.** The samples were fixed by immersion in 2% glutaraldehyde for 2 hours, then a wash with 1x pH 7 phosphate buffer and light agitation (x3) (1x, 2x and x3) was performed. Finally, the samples were critically dried out with a Samdri 795 team from Tousimis. This was the process to which the samples were taken for EDS analysis with a Jeol JSM 6610LV equipment, operating at 10kV, with Oxford Xmax EDS detector and Oxford AZtec software. The observation in the scanning electron microscope was performed with secondary electron detector. For the assembly, a sample holder was used for scanning electron microscopy, on a double-sided carbon tape substrate. The samples were given a coating with conductive material (99.9% gold) by sputtering with the Denton Vacuum V equipment. **Contribution.** In lung, 21 elements were identified, in addition to observing the shape and size of the particles. These images were compared with some other environmental particles presented by diverse authors. The uses of these elements were consulted and it was identified that some of them are used in the automotive, electrical and medical industries, and they also have a great influence on food.

Pulmonary tissue, SEM, Heavy metals

Citación: PEÑA-GARCIA, Laura, MACIEL-FLORES, Roberto, ROBLES-MURGUÍA, Celia y ROSAS-ELGUERA, José. Partículas ambientales en bronquio y tejido pulmonar humano. Revista de Ciencias de la Salud. 2019. 6-18: 10-17.

† Investigador contribuyendo como primer Autor

Introducción

Los contaminantes más comunes del aire son partículas en suspensión entre cuyos componentes se encuentran metales pesados, nitratos y sulfatos, entre otros (Perez *et al.*, 2006; Flores *et al.*, 2013).

Las PM también conocidas como material particulado (por sus siglas en inglés particulate matter) están constituidas por la mezcla de compuestos químicos en forma de líquidos y sólidos suspendidos en el aire como hollín, polvo, humo y neblinas (Green *et al.*, 2012). La contaminación del aire incluye "partículas gruesas inhalables", con diámetros de 2.5 μm , hasta 10 μm , "partículas finas", con diámetros menores a 2.5 μm y "partículas ultrafinas" que se refieren a las partículas menores a 0.1 μm (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2011; United States Environmental Protection Agency, 2015, 2016). Las principales características de estas partículas se resumen en el (Tabla 1).

	Tipo de partículas		
	Ultrafinas (PM _{0.1} μm)	Finas (\leq PM _{2.5} μm)	Gruesas (PM _{2.5} -PM ₁₀ μm)
Proceso de formación	<ul style="list-style-type: none"> Nucleación de gases atmosféricos, incluidos H₂SO₄, NH₃ y algunos compuestos orgánicos Condensación de gases Nanopartículas fabricadas y empleadas en productos de consumo generalizado. 	<ul style="list-style-type: none"> Condensación de gases Coagulación de partículas pequeñas Reacción de gases en o sobre las partículas Evaporación de neblina y gotas de agua en las que los gases se han disuelto y reaccionado. 	<ul style="list-style-type: none"> Procesos mecánicos (prensado, molienda, abrasión, rompimiento de sólidos/gotas) Evaporación de aerosoles Suspensión de polvos Reacción de gases en o sobre partículas.

Tabla 1 Principales características de las partículas ultrafinas, finas y gruesas

Fuente: (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2011)

En general, las causas de la contaminación del aire pueden ser naturales (emisiones volcánicas, biogénicas, desérticas, marinas, etc.) o antropogénicas. Estas últimas son las que principalmente inciden de manera mayormente adversa sobre la calidad del aire (Querol, 2008).

Afectaciones en la salud

La contaminación del aire por partículas se ha asociado a diversos efectos, agudos y crónicos, en enfermedades respiratorias y cardiovasculares, dadas la diversidad en composición química y tamaños. Sin embargo, los problemas de salud que pueden generar las partículas ultrafinas (de un diámetro menor a 100 nm) son evidentemente diferentes a los que se pueden presentar por las PM₁₀ (Frejo, Díaz, Lobo, García, & Capó, 2011). De hecho, las partículas ultrafinas, dependiendo de su tamaño, forma y composición química, son capaces de penetrar y depositarse en los diferentes compartimentos del aparato respiratorio, en la región extra-torácica incluyendo la boca, fosas nasales, laringe y faringe en la región traqueo-bronquial, de la tráquea a los bronquios y en la región alveolar que comprende los bronquiólos y los alvéolos (Figura 1) (Castañeda-Miranda, 2016; Frejo *et al.*, 2011; Utell, 2002). Las partículas ultrafinas superiores a 10 nm se depositan principalmente en la región alveolar y las inferiores a 10 nm se depositan principalmente en la región extra torácica y en una menor cantidad en la región traqueo bronquial (Rosell *et al.*, 2008; Aydın *et al.*, 2012; Hoet *et al.*, 2004).

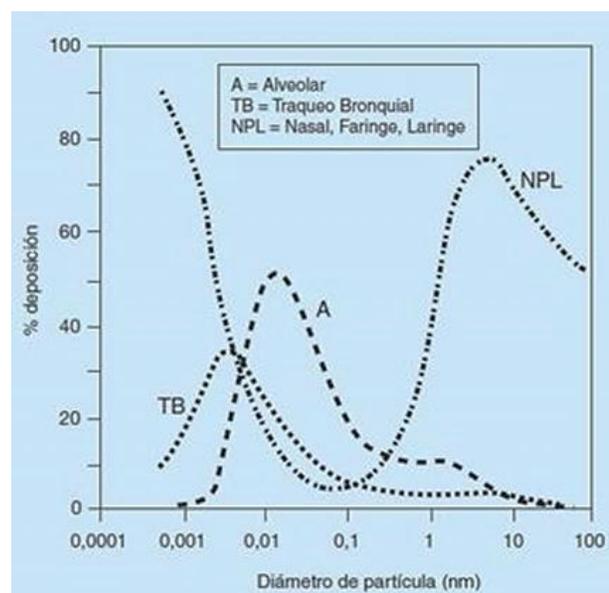


Figura 1 Porcentaje de deposición de partículas ultrafinas en función de su tamaño

Fuente: (Utell, 2002)

Se estima que 1% o menos de las NPs depositadas en los pulmones pasan a la circulación sistémica y a otros órganos.

El aumento de la producción y el uso de las NPs (<100 nm) en diversos productos de consumo (pinturas, protectores solares y cosméticos), nano-medicamentos y diagnósticos, ha elevado el riesgo de exposición a este tipo de partículas (International Agency for Research on Cancer, 2012).

Existen otros tipos de partículas que se definen como fibras o material sólido con una relación de longitud/diámetro de al menos 3/1. La penetración en pulmón dependerá de sus propiedades aerodinámicas. Si las fibras son pequeñas penetrarán más profundamente en los pulmones, pero si son muy largas (> 20 micras) quedarán atrapadas en vías respiratorias superiores. El mecanismo de limpieza que tienen las vías respiratorias son los macrófagos, los cuales fagocitan las partículas extrañas o ajenas al pulmón, además de los cilios y el moco, los cuales facilitan la expulsión del material sólido a la boca. En cuanto a las fibras, si éstas son más grandes que los macrófagos, se eliminarán muy lentamente. En el caso de las fibras, que son inhaladas y que aparecen de manera constante en los alvéolos pulmonares, a menudo se pueden encontrar entre o dentro de las células que componen las paredes alveolares. Los materiales sólidos de tamaño nanométrico llegan fácilmente hasta los alvéolos y, en ocasiones, no alcanzan a ser eliminados por los procesos naturales de limpieza de los pulmones, dado que probablemente, la cantidad de material que ingresa es mayor que la capacidad de limpieza del organismo (Jia *et al.*, 2010).

El objetivo del presente trabajo fue identificar partículas ambientales en bronquio y tejido pulmonar humano por medio de la técnica SEM.

Metodología

Se solicitó al Instituto Jalisciense de Ciencias Forenses (IJCF) la facilidad para observar mediante la técnica SEM muestras de bronquios principales, primeras ramificaciones o alveolos pulmonares para buscar la presencia de partículas. Dichas muestras pertenecieron a individuos hallados en los municipios que conforman el área metropolitana de Guadalajara. Las muestras se encontraban almacenadas en sus instalaciones y fueron preservadas en glutaraldehído al 2% en tubos Eppendorf de 1.5 ml.

La cantidad de muestra disponible era de medio centímetro cuadrado. Los ejemplares observados correspondían a individuos que no habían presentado lesiones en tórax y con bajo grado de descomposición. Todas las muestras observadas, un total de 12, correspondieron a individuos fallecidos en el año 2014. El objetivo de este análisis fue verificar si el tipo de partículas presentes en tejido pulmonar humano es similar a las partículas observadas por contaminación del aire.

Metodología para procesar tejidos humanos

Las muestras se fijaron por inmersión en glutaraldehído al 2% durante 2 horas, posteriormente se realizó un lavado con amortiguador de fosfatos 1x pH 7 y ligera agitación (x3) (1x, 2x y x3 se refiere al número de veces que se repitió el mismo paso).

A continuación, se aplicaron procesos de deshidratación con etanoles seriados:

1. *Etanol 40% 1 hora
2. *Etanol 50% 1 hora
3. *Etanol 60% 1 hora
4. *Etanol 70% 1 hora
5. *Etanol 80% 1 hora
6. *Etanol 90% 1 hora
7. *Etanol 100% 1 hora (2x)

Finalmente, las muestras se desecaron de punto crítico con un equipo Samdri 795 de Tousimis. Este fue el proceso al que se llevaron las muestras para realizar análisis EDS con un equipo Jeol JSM 6610LV, operándose a 10kV, con detector EDS Oxford Xmax y software AZtec de Oxford. La observación en el microscopio electrónico de barrido se realizó con detector de electrones secundarios. Para el montaje se utilizó un porta muestras para microscopia electrónica de barrido, sobre un sustrato de cinta doble cara de carbón. Se les dio a las muestras un recubrimiento con material conductor (oro 99.9%) mediante sputtering con el equipo Denton Vacuum V.

Resultados

A continuación, se informa la correlación que entre las partículas contaminantes identificadas en las muestras ambientales y las partículas que se encontraron en tejido pulmonar humano mediante la técnica SEM, para advertir sobre posibles riesgos en la salud de las personas.

No obstante, son muy pocos los trabajos efectuados sobre los efectos tóxicos de partículas en estructuras celulares humanas (Paur *et al.*, 2011). Las principales células sanguíneas observadas en las muestras que analizamos fueron eritrocitos, leucocitos (Figura 2), macrófagos y plaquetas. Los eritrocitos son las células sanguíneas más abundantes en la sangre; tienen forma de discos bicóncavos, su diámetro es entre 6 y 8 μm , el grosor es de 2 μm (Jaime *et al.*, 2009). Los leucocitos son un conjunto de células que desempeñan diversas funciones, todas relacionadas con la defensa del organismo frente a las infecciones y a la presencia de sustancias ajenas. Son células grandes que se clasifican en granulocitos, linfocitos y monocitos. Los monocitos son células grandes de 15 a 20 μm de diámetro. Estas células viajan por la sangre y llegan al tejido conectivo, donde se convierten en macrófagos (González de Buitrago, 2010). Las plaquetas son discos finos de 2 a 4 μm de diámetro. Participan en la homeostasis, en el mantenimiento de la integridad vascular y en el proceso de coagulación de la sangre (Conny *et al.*, 2011).

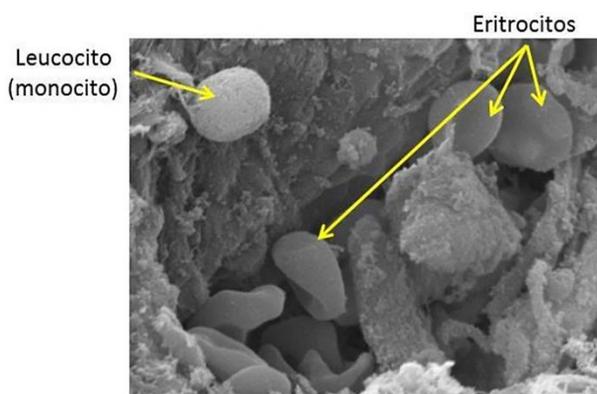


Figura 2 Eritrocitos, leucocitos

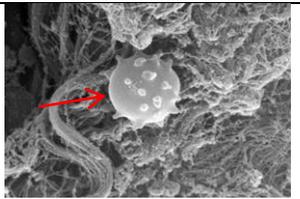
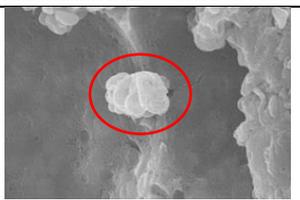
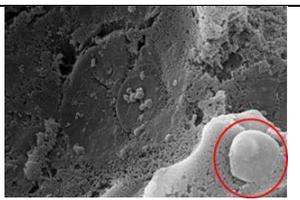
Las muestras que tuvieron mayor número de elementos fueron los individuos 1 y 9 con 12 elementos, con 10 elementos fueron los individuos 4 y 11, posteriormente el 3 y 12 con 9 elementos, los individuos 5 y 6 presentaron 8 elementos cada uno, el 2 tuvo 7 elementos, el 7 y 10 cinco elementos. Los elementos más abundantes fueron Al, Pb, As, Hg y W. Los menos abundantes fueron Zn, Ta, Nb, Hf, Cu y Rh. Los óxidos de osmio y compuestos de cromo pueden provocar congestión pulmonar y cáncer, respectivamente. El Re fue identificado en tejido pulmonar de tres individuos. Otros metales como Rh y Pt, los cuales son componentes fundamentales de convertidores catalíticos de los autos, también fueron identificados en tejido pulmonar y son potencialmente cancerígenos.

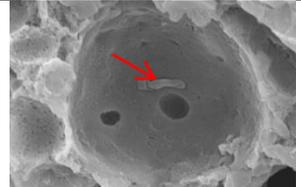
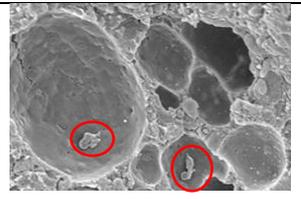
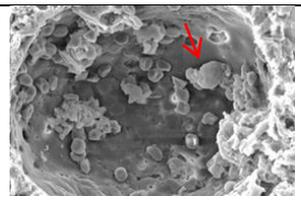
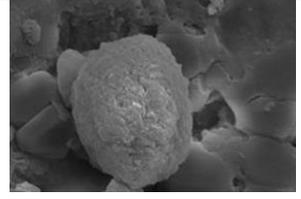
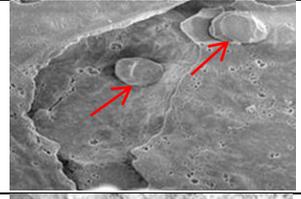
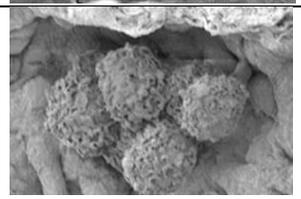
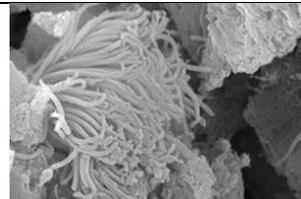
Es especialmente interesante la identificación del elemento metálico plata en cuatro individuos, cuya fuente de emisión puede ser antropogénica o natural.

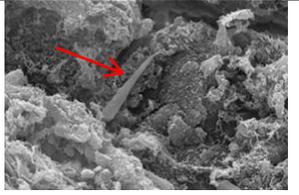
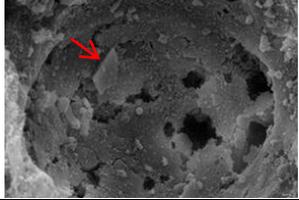
En Tabla 2 se describen las características observadas de manera general en las muestras de tejido pulmonar obtenidas y algunos detalles que se lograron identificar en algunos casos, como el tipo de exposición o posible actividad laboral que desarrollaron y estado de salud de la persona. En todos los casos se observó algún tipo de partículas ajenas a pulmón. Hay que recordar que Yu *et al.*, (2007) en su estudio identificó que las NPs tienden a tardar aproximadamente 15 días en acumularse en tejido pulmonar y Kreyling *et al.*, (2011) también refiere que nano-agregados de Ag tienen la capacidad de mantenerse en la región intratraqueal por siete días y aquellas NPs puras viajan rápidamente a otros órganos. Se encontró que cuatro de los individuos tuvieron presencia de Ag en las regiones observadas.

A continuación (Tabla 2), se presentan las imágenes obtenidas de las muestras analizadas, en ellas se observa detalladamente el tejido pulmonar, así como sus estructuras. En las imágenes obtenidas de las muestras observadas en SEM se identifican estructuras anatómicas, células sanguíneas, así como cuerpos extraños o ajenos al tejido pulmonar.

Observaciones	Partículas
Figura 3. Partícula ajena al tejido pulmonar (observada en alveolo pulmonar), posible fragmento de cemento. Una partícula de características similares fue observada en una muestra de la ciudad de Atlanta, E. U. por Conny (2011) en muestras de aire urbano. Él identificó que dicha partícula tenía una composición elemental de C, Na, Mg, Al, K, Fe (Conny <i>et al.</i> , 2014).	
Figura 4. Presenta células gigantes, posible reacción a cuerpos extraños en el tejido (observada en alveolo pulmonar).	

<p>Figura 5. Fragmento de algún mineral o de material plástico, mismo que en ocasiones se ha encontrado en estómago (observada en alveolo pulmonar).</p>	
<p>Figura 6. Grano de polen y fragmentos de fibras (sobre tejido conjuntivo y colágena).</p>	
<p>Figura 7. El individuo pudo haber estado asociado a actividades eléctricas, como focos ahorradores, empaque o desecho de los mismos; se dedujo por el contenido de Hg en la muestra. Partículas raras (observada sobre alveolo pulmonar).</p>	
<p>Figura 8. Partícula ajena a tejido pulmonar (observada dentro alveolo pulmonar), con características de partícula atmosférica, similar a la partícula observada en una muestra colectada cercana al centro de la ciudad de Los Ángeles, E. U. por Conny <i>et al.</i>, (2014), tomada en filtros de fibra de cuarzo purificados por calor en un impactador virtual dicotómico (Conny <i>et al.</i>, 2011),</p>	
<p>Figura 9. Posible individuo con inmunosupresión importante o VIH. Tejido muy deteriorado, con proceso inflamatorio significativo. Pudo haber estado asociado a adicciones por inhalación de alguna droga o también el individuo pudo ser fumador. Se observó levadura, posible moniliasis por Candida (observada dentro alveolo pulmonar).</p>	

<p>Figura 10. Partícula ajena a pulmón, aparentemente fragmento de material plástico (observada dentro alveolo pulmonar).</p>	
<p>Figura 11. Partícula ajenas al tejido pulmonar (observada sobre alveolo pulmonar), similar a la partícula observada en una muestra de la ciudad de Atlanta, E. U. por Conny (2011) en muestras de aire urbano (Conny <i>et al.</i>, 2014).</p>	
<p>Figura 12. Se observan partículas ajenas al tejido pulmonar (flecha) (dentro alveolo pulmonar), como las observadas en una muestra de la ciudad de Atlanta, E. U. por Conny <i>et al.</i>, (2011), así como también se evidencia que el individuo presentó hemorragia (abundante presencia de eritrocitos).</p>	
<p>Figura 13. Partícula ajena al tejido pulmonar (observada dentro alveolo pulmonar) similar a la partícula observada en una muestra de la ciudad de Atlanta, E. U. por Conny <i>et al.</i>, (2011) en muestras de aire urbano (Jaime <i>et al.</i>, 2009).</p>	
<p>Figura 14. Partículas ajenas a pulmón (observada dentro alveolo pulmonar).</p>	
<p>Figura 15. Macrófagos alveolares cuya función consiste en fagocitar microorganismos y restos celulares (Junqueira <i>et al.</i>, 2005) (observados dentro del alveolo pulmonar).</p>	
<p>Figura 16. Cilios respiratorios, encargados de la limpieza de vías respiratorias (sobre la parte terminal del bronquio principal), se observan algunas micro partículas adheridas a los cilios.</p>	

<p>Figura 17. Posible parte o fragmento de insecto (quitina), como antena o pata (observados dentro del alveolo pulmonar).</p> <p>Abundante cantidad de bacterias.</p>	
<p>Figura 18. Gran cantidad de bacterias y micrococcus (flecha roja) (observados dentro del alveolo pulmonar).</p> <p>El individuo pudo haber tenido un problema de inmunosupresión importante o VIH.</p>	
<p>Figura 19. Probable fragmentos de plástico (observados dentro del alveolo pulmonar). Abundante presencia de bacterias.</p>	
<p>Figura 20. Probable fragmento de plástico (observados dentro del alveolo pulmonar). Abundante presencia de bacterias.</p>	

Agradecimiento

El presente proyecto recibió apoyo económico por parte de PROMEP, ya que, como cuerpo académico, nos invitó a participar en un macro proyecto de Redes titulado “Aplicación de la modelación numérica de macro y microescala para el diagnóstico y la predicción del transporte y dispersión de contaminantes en ciudades con altos índices de polución”. El nombre de la red fue: Estudios de Impacto del Medio Ambiente, y fue promovida por el Cuerpo Académico UDG-CA-423 Geociencias Ambientales Aplicadas de la Universidad de Guadalajara.

Al Lic. Carlos Daniel Barba Rodríguez, a la MC. Martha Claudia Gutiérrez Jiménez, al Dr. Mario Rivas Souza, al Ing. J. Jesús Francisco Durán Juárez y a la Dra. Angélica Ceceña del Instituto Jalisciense Forense (RENIECYT 2016/23661) por haber colaborado con el doctorado en Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad de Guadalajara y por las facilidades para la observación de muestras de pulmón.

Muy especialmente al Dr. Alfredo Ignacio Feria y Velasco (†) (Investigador Nacional Emérito, CUCBA), por su invaluable apoyo.

De igual manera la Dra. Ruth Araceli De Celis Carrillo (Centro de Investigación Biomédica de Occidente), así como a la MC Rosa María Domínguez Arias y a la Dra. Josefina Casas Solís, ambas del Departamento de Biología Celular y Molecular. A la Médica General Cecilia Alhelí Cuellar Lemus por su constante respaldo, amistad y cariño.

Conclusiones

En pulmón se identificaron 21 elementos, además de observar la forma y tamaño de las partículas. Dichas imágenes se compararon con algunas otras partículas medioambientales presentadas por autores diversos. Se consultaron los usos de estos elementos y se identificó que algunos de ellos se utilizan en la industria automotriz, eléctrica y en medicina, además de que en la alimentación también tienen gran influencia. Se demostró que las partículas ambientales son capaces de pasar las barreras naturales del cuerpo y llegar a sitios muy distantes siendo su tamaño fundamental para que esto suceda: mientras más finas van a viajar más lejos tanto dentro como fuera del organismo.

Referencias

- Aydın, A., Sipahi, H., & Charehsaz, M. (2012). Nanoparticles toxicity and their routes of exposures.
- Castañeda-Miranda, A. G. (2016). *Caracterización y monitoreo magnético-ambiental de partículas suspendidas del aire urbano*. Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from http://terra.geociencias.unam.mx/geociencias/postgrado/tesis/doctorado/castaneda_miranda_ag.pdf
- Conny, J. M., Collins, S. M., & Herzing, A. A. (2014). Qualitative multiplatform microanalysis of individual heterogeneous atmospheric particles from high-volume air samples. *Analytical Chemistry*, 86(19), 9709–9716. <https://doi.org/10.1021/ac5022612>
- Conny, J. M., & Norris, G. A. (2011). Scanning electron microanalysis and analytical challenges of mapping elements in Urban atmospheric particles. *Environmental Science and Technology*, 45(17), 7380–7386. <https://doi.org/10.1021/es2009049>

Flores, J., Vaca, M., López, R., González, A., Hachec, R., & Hernández, M. (2013). Evaluación de la movilidad de plomo y zinc en depósitos secos atmosféricos en el norte de la ciudad de México. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Frejo, M. T., Díaz, M. J., Lobo, M., García, J., & Capó, M. (2011). Nanotoxicología ambiental: retos actuales. *Medicina Balear*, 26(2), 36–46. Retrieved from <http://www.medicinabalear.org/pdfs/Vol26n2.pdf>

González de Buitrago, J. M. (2010). *Técnicas y métodos de laboratorio clínico* (3a edición). Barcelona: Elsevier Masson.

Green, J., & Sánchez, S. (2012). La Calidad del Aire en América Latina: Una Visión Panorámica, 36. Retrieved from <http://www.cleanairinstitute.org/calidaddelaireamericalatina/cai-report-spanish.pdf>

Hoet, P. H., Brüske-Hohlfeld, I., & Salata, O. V. (2004). Nanoparticles – known and unknown health risks. *Journal of Nanobiotechnology*, 2, 12. <https://doi.org/10.1186/1477-3155-2-12>

International Agency for Research on Cancer. (2012). Occupational exposure as a painter. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, 100 F. Retrieved from <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol98/mono98-6A.pdf>

Jaime, J. C., & Gómez, D. (2009). *Hematología. La sangre y sus enfermedades* (Segunda ed). México, D. F.: McGraw Hill.

Jia, J., Muralikrishnan, S., Ng, C., Yung, L. L., & Bay, B. (2010). Minireview Nanoparticle-induced pulmonary toxicity. *Experimental Biology and Medicine*, 235(1535–3702), 1025–1033. Retrieved from <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1258/ebm.2010.010021>

Junqueira, L., & Carneiro, J. (2005). *Histología básica texto y atlas (+CD-ROM)*. (ELSEVIER - MASSON, Ed.).

Kreyling, W. G., Semmler, M., Erbe, F., Mayer, P., Takenaka, S., Schulz, H., & Ziesenis, A. (2011). Translocation of ultrafine insoluble iridium particles from extrapulmonary organs is size dependent but very low. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A: Current Issues*, (March 2012), 1513–1530.

Paur, H. R., Cassee, F. R., Teeguarden, J., Fissan, H., Diabate, S., Aufderheide, M., ... Schmid, O. (2011). In-vitro cell exposure studies for the assessment of nanoparticle toxicity in the lung-A dialog between aerosol science and biology. *Journal of Aerosol Science*, 42(10), 668–692. <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2011.06.005>

Perez, L. F., & Hernandez, L. (2006). *Determinación De Metales Pesados En Partículas Respirables E Identificación De Fuentes De Emisión, a Partir De Un Muestreo Atmosférico En La Localidad De Puente Aranda En La Ciudad De Bogotá*. Universidad de La Salle. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1672&context=ing_ambiental_sanitaria

Querol, X. (2008). Calidad del aire, partículas en suspensión y metales. *Revista Española de Salud Pública*, 82(5), 447–453. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272008000500001>

Rosell Farràs, M. G., & Pujol Senovilla, L. (2008). NTP 797 Riesgos asociados a la nanotecnología. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*, 1–6. Retrieved from <http://www.fan.org.ar/wp-content/uploads/2014/05/Riesgos-asociados-nanotecnologia.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2011). Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009). In *Zona Metropolitana de Guadalajara, Jal.* (Primera, pp. 117–127). México. Retrieved from <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/652/guadalajara.pdf>

United States Environmental Protection Agency. (2015). *Understanding Particle Pollution*. Retrieved from <https://airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.particle>

United States Environmental Protection Agency. (2016). Particulate Matter (PM) Pollution. Retrieved from <https://www.epa.gov/pm-pollution>

Utell, M. J. (2002). the Urban Air: To the Respiratory Tract— And Beyond? *Environmental Health Perspectives*, 110(8), 2001–2002. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240959/pdf/ehp0110-a00440.pdf>

Yu, L. E., Lanry Yung, L.-Y., Ong, C.-N., Tan, Y.-L., Suresh Balasubramaniam, K., Hartono, D., ... Ong, W.-Y. (2007). Translocation and effects of gold nanoparticles after inhalation exposure in rats. *Nanotoxicology*, 1(3), 235–242. <https://doi.org/10.1080/17435390701763108>

Caracterización de tamaños de partículas suspendidas en un área conurbada de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México

Characterization of suspended particle sizes in a conurbated area of the city of Guadalajara, Jalisco, Mexico

GARCÍA-VELASCO, Javier†*, GONZÁLEZ-TORRES, Graciela, CONTRERAS-RODRÍGUEZ, Sergio H. y CORTES-ROMAN, Isabel

Universidad de Guadalajara. Instituto de Ciencias Ambientales y Comunidades Humanas, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara Jalisco México. Camino Ramón Padilla Sánchez #2100 Nextipac, Teléfono: Directo 3777-1180, Zapopan, Jalisco Código Postal 45200 México.

ID 1^{er} Author: Javier, García-Velasco / ORC ID: 0000-0003-3042-7841, Researcher ID Thomson: T-4575-2018, CVU CONACYT ID: 252703

ID 1^{er} Coauthor: Graciela, González-Torres / ORC ID: (0000-0003-0995-0187, CVU CONACYT ID: 66716

ID 2^{do} Coautor: Sergio H., Contreras-Rodríguez / ORC ID: 0000-0002-8905-2725, Researcher ID Thomson: T-4585-2018, arXiv ID: SERCONTRER

ID3^{er} Coautor: Isabel, Cortes-Roman / ORC ID: 0000-0001-7966-021X, arXiv ID: C-Isabel, PubMed ID: 810e6a84ddb6ddf420f89ea9d4c6a0f1109

DOI: 10.35429/JOHS.2019.18.6.18.27

Recibido Enero 25, 2019; Aceptado Marzo 17, 2019

Resumen

La contaminación atmosférica es un problema que las grandes ciudades enfrentan de manera ineficaz y sus repercusiones a la salud son evidentes y poco evaluadas en México, su origen son emisión de vehículos, la industria y procesos de combustión diversos. En el área conurbada de Guadalajara denominada El Salto, se presentan problemas por partículas suspendidas, y el objetivo de este estudio fue evaluar mediante un equipo video contador de partículas, el número y tamaño en dicha localidad, en 25 puntos de muestreo a un intervalo de medición que fue de 0,3 µm a 10,0 µm en seis tamaños (0,3µm - 0,5µm - 1µm - 2,5µm - 5,0µm - 10,0µm), siendo este el primer abordaje metodológico en la zona. Los resultados muestran una distribución muy homogénea por cada uno de los 6 tamaños de partícula medido, el mayor número corresponde en un 90% a las partículas de fracción respirable, de diámetro aerodinámico 0,3µm y 0,5µm denominadas ultrafinas, que pasan al torrente sanguíneo, respondiendo a un mismo patrón de distribución en todos los puntos de muestreo. Las partículas de 0,3µm y 0,5µm presentan valores de referencia en rango de precaución en el 28%, las partículas 2,5, 5,0 y 10, presentan valores de referencia en rango de precaución en el 44%, los mapas elaborados muestran la distribución de las partículas en la zona de estudio.

Contaminación, partículas MP10, Salud ambiental

Abstract

Air pollution is a problem that large cities face inefficiently and its health impacts are evident and poorly evaluated in Mexico, its origin is emission of vehicles, industry and various combustion processes. In the metropolitan area of Guadalajara called El Salto, there are problems with suspended particles, and the objective of this study was to evaluate the number and size of said location by means of a videocontroller of particles at that location, in 25 sampling points at a measurement interval which was 0.3 µm to 10.0 µm in six sizes (0.3µm - 0.5µm - 1µm - 2.5µm - 5.0µm - 10.0µm), this being the first methodological approach in the area. The results show a very homogeneous distribution for each of the 6 measured particle sizes, the largest number corresponds in 90% to the particles of respirable fraction, of aerodynamic diameter 0.3µm and 0.5µm called ultra fine, which pass into the bloodstream, responding to the same distribution pattern at all sampling points. The particles of 0.3µm and 0.5µm have reference values in the precautionary range in 28%, the particles 2.5, 5.0 and 10, have reference values in the precautionary range in 44%, the elaborated maps show the distribution of the particles in the study area.

Pollution, MP10 particles, Environmental health

Citación: GARCÍA-VELASCO, Javier, GONZÁLEZ-TORRES, Graciela, CONTRERAS-RODRÍGUEZ, Sergio H. y CORTES-ROMAN, Isabel. Caracterización de tamaños de partículas suspendidas en un área conurbada de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México. Revista de Ciencias de la Salud. 2019. 6-18: 18-27.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: javier.gvelasco@academicos.udg.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor

Introducción

El estudio de la contaminación atmosférica ha adquirido una importancia vital en todo el mundo (Molina et al., 2004). Estudios recientes dan cuenta de que el medio ambiente se está deteriorando (Morales, 2006) y, debido a ello se produce un notable cambio climático a nivel planetario (Parry et al., 2007).

En los estudios de salud ambiental se exploran variables relacionadas con el medio ambiente físico, que son considerados servicios de los ecosistemas, y en este caso se aborda un territorio en condiciones especiales por su localización y su contexto socio ambiental, enclavado en una cuenca hidrológica, en los márgenes de un río contaminado por descargas domésticas, agropecuarias e industriales, entre cauces de agua residual a cielo abierto y tiraderos de residuos industriales y domésticos, con una evidente devastación, producto de una dinámica poblacional de acelerada urbanización habitacional sobrepuesta en la zona industrial más importante en Jalisco y la segunda a nivel nacional.

El material particulado (PM) es un conjunto de partículas sólidas y líquidas emitidas directamente al aire, tales como el hollín de diesel, polvo de vías de tránsito rodado, el polvo de la agricultura y las partículas resultantes de procesos productivos (Fang et al., 2003). Estas partículas son una compleja mezcla de productos químicos y/o elementos biológicos, como metales, sales, materiales carbonosos, orgánicos volátiles, compuestos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y endotoxinas que pueden interactuar entre sí formando otros compuestos (Billet et al., 2007). Moore (2012), hace varias referencias y menciona que, según sus observaciones, existe una importante asociación epidemiológica entre la exposición a las PM y los resultados adversos para la salud. Las PM presentan propiedades similares al gas y la inhalación trae a las partículas a niveles profundos en los pulmones, como el hollín, negro de carbono o humo negro. Debido al pequeño tamaño de las PM, las defensas naturales del cuerpo, como la filtración por el cabello nasal y los cilios en los pulmones, no las pueden retener. En su revisión bibliográfica, Moore, encuentra que las PM se han relacionado con el agravamiento del asma, la bronquitis crónica y la disminución de la función pulmonar.

El efecto de las partículas en la salud depende de su composición química, pueden producir irritación de las vías respiratorias, y favorecer las enfermedades cardiovasculares. En un corto plazo la contaminación por PM puede causar el deterioro de la función respiratoria, en el largo plazo se asocia con el desarrollo de enfermedades crónicas, como el cáncer o muerte prematura (Aren 2009, citado en CASAS SOLIS & LOZA LLAMAS, 2013).

El material particulado es el contaminante más complejo por sus características de tamaño (desde 0.007 hasta 60 μm , aproximadamente), composición química (carbón, compuestos orgánicos, hidrocarburos aromáticos policíclicos – varios de ellos cancerígenos –, metales, ácidos sulfúrico y nítrico, sales de amonio, minerales, entre otros), transformaciones en la atmósfera e interacción con los demás contaminantes.

Comúnmente es medido como PM₁₀, que incluye todas las partículas de tamaño inferior a 10 μm , que son aquellas que permanecen suspendidas durante varias horas o días en el aire. En Estados Unidos y otros países alrededor del mundo, existen normas y mediciones para las partículas consideradas como finas, es decir, aquellas que tienen un tamaño inferior a 2,5 μm , las cuales están compuestas principalmente por partículas producidas en procesos de combustión y aquellas a partir de vapores que se condensan en la atmósfera. Las partículas finas no sólo son inhalables, sino que además se depositan eficientemente en las vías respiratorias inferiores y en los alvéolos pulmonares, produciendo irritación e inflamación en las células alveolares. Aquellas partículas con tamaño inferior a 1 μm tienen la capacidad de entrar en el torrente sanguíneo, y han sido asociadas a enfermedades cardiovasculares.

El Instituto Nacional de Ecología y la Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAT 2011). Define los siguientes conceptos relacionados a las partículas o material particulado (fracción respirable). Puede llegar a ser un elemento importante como factor contaminante en la atmósfera de una ciudad, una zona o sitio, pueden estar depositadas sobre el suelo aunque generalmente flotan en el aire.

Este hecho se favorece principalmente debido a su tamaño ya que son muy pequeñas tanto que para hablar de su medida se utiliza el término micrómetro o micra, unidad de longitud equivalente a la millonésima parte de un metro. El tamaño de partículas: Es el diámetro de una esfera que produce una respuesta en un instrumento que evalúa el tamaño dado de una partícula. Para efectos del análisis y medición de las partículas en el aire atmosférico se conocen como partículas finas o, más frecuentemente, como material particulado (particulate matter PM en inglés), de ahí que refiriéndose a las partículas menores a 10 micrómetros se usa la nomenclatura PM10, y para hacer alusión a las que son menores a 2.5 μm se usa PM2,5.

Recientemente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido unos nuevos valores guía para las concentraciones de partículas materiales en el aire en función de las concentraciones de partículas, es preferible la utilización de los valores de PM2,5 frente a los de PM10, En una atmósfera urbana, el principal aporte a las PM2,5, entre un 70 y un 80%, se debe al tráfico rodado, y tienen un componente natural menos importante que las PM10, por lo que parece, a priori, un indicador más fiable para medir la actividad antropogénica. Además, estas partículas finas penetran más profundamente en los alvéolos pulmonares y por tanto, es plausible que induzcan efectos más adversos para la salud que las partículas de diámetro mayor, como las PM10 las partículas totales en suspensión (PST) (Linares & Díaz, 2009).

Las PM10 se originan de procesos mecánicos de trituración, por la combustión deficiente de combustibles de origen fósil o por agregación de partículas más pequeñas en la atmósfera. A las PM10 se les asocia con diversos problemas de salud humana como el cáncer de pulmón, agravamiento del asma e irritación de la garganta, esto debido a que su tamaño pequeño les permite ingresar al sistema respiratorio. Incluso existen estudios que establecen incrementos relativos de mortalidad humana por un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de las PM10 en el aire ambiente. (Hernández Mena, Gallardo Valdez, de Jesús Díaz Torres, & Villegas García, 2017, p. 1). Las aeropartículas varían en forma, tamaño, composición química y origen biológico o antropogénico que determinan su presencia en la atmósfera y sobre la calidad del aire.

El aspecto del tamaño de las partículas es de sumo interés para entender su movilidad y sus perjuicios a la salud. La clasificación en base al tamaño (tabla 1) se ha dividido en tres grupos principales: las grandes, o fracción gruesa, señaladas como PM10 cuyo tamaño está entre los 5 -10 μm ; y las pequeñas de fracción fina, PM5, PM2,5 de 5 a 2.5 μm , y las de fracción ultra fina, menores a los 2.5 μm .

Nombre	Tamaño	En el cuerpo humano
PM10 μm (fracción gruesa)	$\leq 10 \mu\text{m}$	Vías respiratorias altas, torácicas
PM5, PM2.5 μm (partículas respirables)	$\leq 5.0 \mu\text{m}$, 2.5 μm ,	Llegan a los alveolos pulmonares
PM1.0, PM 0.5, -, PM0.3 μm (fracción ultrafina)	$\leq 1.0\mu\text{m}$, 0.5 μm , 0.3 μm	Pasan al torrente sanguíneo

Tabla 1 Tipos de partículas y efectos según su tamaño, con diámetro aerodinámico menor a 10 μm .

Fuente: nota de aplicación del contador de partículas FLUKE 985®

Estas dimensiones las hacen ser sumamente ligeras, aspecto que se combina con su forma y con diversos factores de tipo climático entre los cuales, está la temperatura del ambiente y los vientos. La influencia del hombre en este material en la atmósfera es propiciada principalmente por la interacción de las actividades productivas en un medio determinado.

La mayoría de las partículas son altamente perjudiciales a la salud, y son de origen antropogénico, y se pueden clasificar como: Polvos: Son partículas sólidas pequeñas (de 1 a 1,000 μm), se forman por fragmentación en procesos de molienda, cribado, explosiones y erosión del suelo. Se mantienen en suspensión y se desplazan mediante corrientes de aire.

Humos: Son partículas sólidas finas que resultan de la combustión incompleta de materiales orgánicos como carbón, madera y tabaco. Su diámetro oscila en el intervalo de 0.5 a 1 μm .

Fumos: Son partículas sólidas finas. Se forman por la condensación de los vapores originados en procesos de sublimación, destilación, calcinación y fundición. Miden entre 0.03 y 0.3 μm .

Cenizas volantes: Son partículas finas no combustibles que provienen de la combustión del carbón. Entre sus componentes se encuentran sustancias inorgánicas de metales, óxidos de silicio, aluminio, fierro y calcio. Al depositarse en superficies actúan como abrasivos.

Niebla: Son gotas pequeñas que se forman por condensación de un vapor, dispersión de un líquido o como producto de una reacción química. Miden entre 0.0002 y 10µm.

Aerosoles: Un aerosol ambiental es una suspensión en el aire de partículas finas líquidas o sólidas. Se dividen en aerosoles primarios y secundarios. Los primarios son partículas relativamente estables que se emite directamente a la atmósfera, mientras que los secundarios son partículas que se forman en procesos de conversión de gas a partícula. Miden entre 0.01 y 100µm de diámetro. Los aerosoles de diámetro de 0.01 a 0.1µm se conocen como “partículas ultrafinas”. Estos son productos de la nucleación homogénea de vapores saturados (Espinosa Rubio, 2007). En la tabla 2 se presentan características de las partículas PM menor a 10µm de acuerdo a su tamaño, origen y efecto en la salud.

PM2.5 NOM-025-SSA12014 Límite promedio de 24 horas: es de 30 µg/m3, Límite promedio anual: es de 10 µg/m3.	Están formadas primordialmente por gases y por material proveniente de la combustión, una gran proporción de esta fracción, son secundarias	Se depositan fundamentalmente en la región traqueo bronquial (tráquea hasta bronquiolo terminal), aunque pueden ingresar a los alvéolos. Son causantes de bronquitis, asma y alergias en la población infantil. Se asocia significativamente a hospitalizaciones por neumonía adquirida.
PM1, PM 0.3, PM 0.5 No existe normatividad	Son generadas directamente por combustión y actividad fotoquímica.	Se depositan mayoritariamente en la región alveolar, incrementando la posibilidad de atravesar la membrana alvéolo capilar hacia el torrente sanguíneo y migrar hacia otros órganos. Relacionada con enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial.

Tabla 2 Tipos de partículas según su tamaño, diámetro aerodinámico menor a 10 µm.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de NOM-025-SSA1-2014, (Espinosa Rubio, 2007; Manahan, 2007)

Tamaño de partículas y Normatividad	Origen	Afectación en la salud humana
PM10 NOM-025-SSA12014 Límite promedio de 24 horas: es de 50 µg/m3, Límite promedio anual: es de 35 µg/m3	Contienen principalmente materiales de la corteza terrestre y se originan en su mayoría por procesos de desintegración de partículas más grandes. También pueden contener material biológico como polen, esporas, virus o bacterias o provenir de la combustión incompleta de combustibles fósiles.	Se depositan en la región extra torácica del tracto respiratorio (nariz, boca, naso, oro y laringofarínge). Los elevados niveles tanto de PM10 como de PM2.5 se han asociado con reducciones agudas en el volumen respiratorio forzado del primer segundo (FEV1) y en la capacidad vital forzada (FVC), estas reducciones se observan tanto de forma inmediata como tardía. Durante los meses de verano se asocia con mayores síntomas de apnea obstructiva y menor saturación durante el sueño.

Metodología

El municipio de El Salto se ubica en el estado de Jalisco en el occidente de México, coordenadas UTM x= 681408 y= 2275045, con una extensión territorial de 41 Km², el 88.7% del municipio tiene terrenos planos, con pendientes menores a 5°, la agricultura (49.7%) es el uso de suelo dominante, 19.7%, es el uso del asentamiento humano, con una altitud promedio de 1508 msnm, tiene clima semicálido-semihúmedo, la temperatura media anual es de 20°C, máximas y mínimas promedio entre 31°C y 9°C respectivamente, la precipitación media anual es de 1000mm.

El Salto forma parte de la Zona conurbada de Guadalajara (ZMG) (figura1), al norte colinda con Tlaquepaque y Tonalá, al sur con Tlajomulco e Ixtlahuacán de los Membrillos, al este con de Tonalá y Juanacatlán y al oeste con Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque, y esta asentado en las márgenes de la Presa Las Pintas, de la Cuenca del Ahogado y del Río Santiago.



Gráfico 1 Mapa del municipio de El Salto se ubica en el estado de Jalisco en el occidente de México
 Fuente: (Google & INEGI, 2017; A. Ortega & Corona, 2010)

El área de estudio específica está enclavada en una cuenca baja, que recibe por cauce natural del río Santiago, aguas residuales de origen doméstico, industrial y agropecuario, las cuales llegan a través de una gran cantidad de arroyos y cuerpos de agua, que desembocan en él, provenientes de gran parte la ZMG, al igual recibe la contaminación de los residuos sólidos municipales no peligrosos depositados en el relleno sanitario “Los Laureles”, y el escurrimiento en suelos de residuos especiales, industriales y biológico infecciosos dispuestos en el municipio, por el enorme incumplimiento de las normas ambientales, así como las emisiones al aire del corredor industrial presente en el sitio. El objetivo principal de este trabajo fue la caracterización de tamaño y número de partículas en aire por un método no gravimétrico alternativo al que marca la legislación vigente. Para el muestreo de partículas se utilizó el Contador de Partículas en Aire con cámara de video incorporada Modelo VPC300 de la marca EXTECH Instruments®, el cual permite medir y analizar seis tamaños de partículas simultáneamente. Esta técnica de muestreo ambiental y de análisis inmediato es muy eficiente y barato, y los tiempos de análisis son cortos respecto a las técnicas convencionales.

Se realizó la medición en 25 puntos de la zona de estudio, se realizó el día 23 de febrero del 2016 de día y entre semana, en el transcurso de la mañana con las mismas condiciones meteorológicas y en diferentes zonas con variabilidad de tráfico, la medición se realizó durante el lapso de un minuto por punto, la altura del muestreo fue de 1.5 mts. El intervalo de medición del equipo es de 0,3 μm a 10,0 μm en seis canales o tamaños (0,3μ - 0,5μ - 1μ - 2,5μ - 5,0μ - 10,0μ) por pie cúbico, el equipo también realiza medición de temperatura, humedad y punto de rocío (calculado) con sonda externa. El rango de medición fue de 0 a 2.000.000 de partículas. El rango de temperatura es de -25°C a +60°C y el rango de humedad de 0%HR a 100%HR. Cuenta con memoria Interna de hasta 5.000 mediciones y un caudal de 2,83 L/min. El método de medición utilizado no determina concentración de partículas por peso, por lo que los resultados no son comparados con la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014 Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente. Dado que la medición del número de tamaño de partículas no tiene referencia normada oficialmente en México, se utilizó para el análisis de los resultados la tabla de valores de referencia que proporciona el equipo de medición del número por tamaño de partícula, ver tabla 3, (los valores resultantes de la medición en pies cúbicos, se convirtieron a metros cúbicos) por lo tanto los valores expresados son número de partícula /m³. Los valores de referencia para el conteo de partículas, se consideran estratificados para definir la calidad del aire en bueno, precaución y peligro, esta una clasificación nominativa en función del número de partículas por tamaño y se presenta a continuación:

Tamaño	Bueno	Precaución	Peligro
0.3 μm	0 a 3,531,467	3,531,468 a 8,828,667	8,828,668 a 17,657,335
0.5 μm	0 a 1,243,076	1,243,077 a 3,090,034	3,090,035 a 6,180,067
1.0 μm	0 a 293,818	293,819 a 734,545	734,546 a 1,469,090
2.5 μm	0 a 19,246	19,247 a 48,099	48,100 a 96,197
5.0 μm	0 a 6,815	6,816 a 17,057	17,058 a 34,114
10 μm	0 a 2,401	2,402 a 6,003	6,004 a 12,007

Tabla 3 Valores de Referencia para clasificación por el Número de tamaño de partícula en m³
 Fuente: equipo Modelo VPC300 de la marca EXTECH Instruments®

Resultados

En la estadística descriptiva obtenida, se incluye el mínimo, máximo, media, y desviación estándar (tabla 4) para cada tamaño de partícula.

Tamaño	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
0.3 µm	1,559,179	6,287,393	2,793,877	1,072,659
0.5 µm	291,205	1,523,193	647,208	282,755
1.0 µm	48,593	374,406	121,057	65,636
2.5 µm	6,462	89,275	21,900	16,363
5.0 µm	1,836	35,667	7,846	6,786
10.0 µm	918	21,789	4,781	4,303

Tabla 4 Estadísticos descriptivos del número de partícula por tamaño (n=25)

Los resultados por tamaño de partícula se clasifican como: 59 puntos estan en el rango de bueno, los sitios en el rango de precaución son: para el tamaño de partícula 0.3 µm los puntos: 4,8,14 y 18, para 0.5 µm, los puntos: 4 y 18, para 1.0 µm es el punto 18, para 2.5 µm los puntos: 4,8,11,14,15,16,17 y 20, para 5.0 µ los puntos: 4,8,9,11,14,15,16,17,20 por ultimo para 10.0µm, los puntos siguientes: 6,9,10,11,12,13,16,17,19,21,22,23,24,25. Para el rango de peligro los puntos son: para el tamaño 2.5 µm el punto 18, para 5.0 µm, el 18 y para 10.0 µm, los puntos: 8,14, 15,18 y 20.

En el gráfico 1 se aprecia la distribución del 100% del número de cada uno de los seis tamaños de partícula medido, el mayor número corresponde en un 90% a las partículas de fracción respirable, de diámetro aerodinámico 0.3µm y 0.5µm denominadas ultra finas, que pasan al torrente sanguíneo, respondiendo a un mismo patrón de distribución en todos los puntos de muestreo.

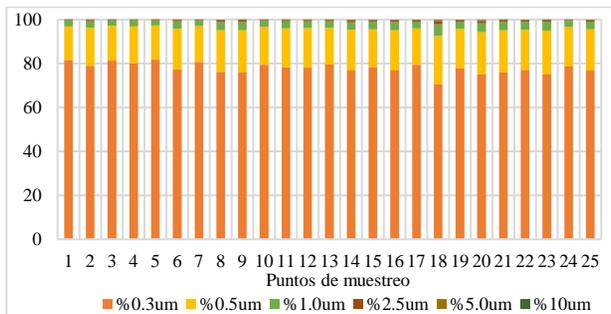


Gráfico 2 Porcentaje por del número de tamaño de partícula en los 25 puntos evaluados

El dendrograma obtenido del análisis de clúster por proximidad (gráfico 2) permite identificar semejanzas entre los puntos de muestreo.

Se distinguen dos grupos, el primero incluye el punto 4, que corresponde al cruce de las calles Álvarez del Castillo y Ejército Constituyente, el cual presenta tráfico vehicular pesado y es zona empedrada. El segundo grupo incluye dos subgrupos, uno son los puntos 8, 14 y 18, los tres son calles con tráfico vehicular constante, el punto 14 es empedrado y los otros dos son vialidades principales pavimentadas, el otro subgrupo incluye los puntos 1, 10,11, 15, 16 y 24, de los cuales el 1, 10, 11 y 16 se encuentran situados cercanos al río Santiago en El Salto, el 15 en calle Revolución, con constante tráfico y la instalación de 3 escuelas y por último el 24, que está en la zona centro de Juanacatlán.

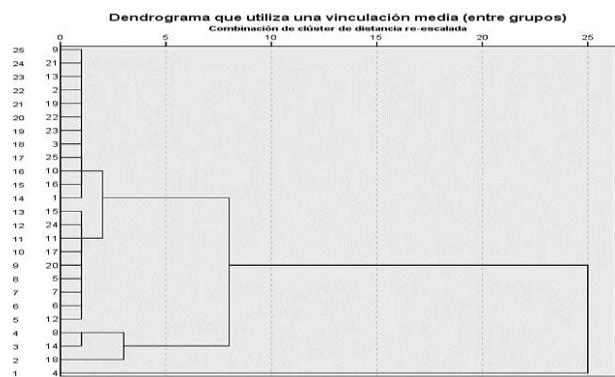


Gráfico 3 Clúster jerárquico por tamaño de partículas encontrados en los 25 puntos de muestreo

Cabe señalar que las partículas 2.5µm se encuentran en categoría de precaución en la mayoría de los puntos ubicados en la zona centro y los PM 10µm en 20 puntos de muestreo la mayoría con categoría de precaución, en ambos casos estos tamaños de partícula están presentes en el punto 11 ubicado en la escuela primaria donde estudian los niños y en la mayoría de los domicilios de los niños que presentaron anomalía restrictiva.

Discusión

Reconocer las afectaciones por PM implica la protección de la salud humana y el bienestar, ocupa un lugar destacado en los objetivos y reglamentos de la mayoría de las naciones del mundo. En la práctica, sin embargo, la consideración de la salud dentro de la evaluación de los impactos ambientales no es tan común y éstas se han centrado en las exposiciones tóxicas. El enfoque integral y sistemático de los impactos en la salud humana en la práctica no ha evolucionado.

La falta de atención a la salud en la práctica se encuentra en contraste con la interdependencia entre los cambios ambientales, las condiciones sociales y la salud ambiental (Bhatia&Wernham, 2008).

Estudios diversos demuestran que las partículas PM, menores a 10 μm suspendidas en aire, 0,3 μm - 0,5 μm - 1 μm - 2,5 μm - 5,0 μm - 10,0 μm presentan características físicas y químicas muy diversas, de acuerdo a su tamaño aerodinámico, dependiendo de su origen e interacción con elementos propios de la cuenca hidrológica y atmosférica en la formación de aerosoles. Los resultados obtenidos por conteo de número de partículas permiten establecer cuáles son los tamaños mayoritarios o constitutivos, (en orden de número de tamaño son 0,3 μm - 0,5 μm - 1 μm - 2,5 μm - 5,0 μm - 10,0 μm) que son característicos de aire exterior urbano. Sin embargo, es importante resaltar la posible presencia de elementos tóxicos como metales pesados y varios compuestos volátiles denominados comúnmente elementos trazas cuya importancia toxicológica es evidente. (INECC 2016).

El análisis del número de tamaño de partícula en aire, adquiere especial importancia ya que los procesos de contaminación geomorfológicos, biológicos y antrópicos, tienen repercusión en el sistema respiratorio humano, especialmente en la infancia. Además, este tipo de medición podría servir como un indicador del estado para un ecosistema definido, en cuanto a la calidad del aire. Asimismo, debido a la compleja naturaleza química del material particulado (PM), y la variación espacial y temporal de las fuentes locales de estos contaminantes, se necesitan más investigaciones para comprender los procesos físicos y los componentes químicos que contribuyen al PM ambiental. Aun cuando la medición puntual que se realizó solo refiere el número de partículas, es importante considerar que el tipo de medición empleado en el presente estudio es pertinente para generar información de línea base.

El análisis de clúster aplicado a cada punto de muestreo permite observar diferencias considerables del número por tamaño de partícula. Encontramos que el mayor número de partículas justamente se encuentra en el tamaño entre 0.3, 0.5 y 1.0 μm . lo cual podría ocasionar daños a la salud, por tratarse de partículas de tamaño ultrafino, de fracción respirable.

En particular el riesgo en la población infantil aumenta por la mayor cantidad de veces que inhala. Además, este tamaño de partículas representa riesgo por su capacidad de llegar al torrente sanguíneo y a los alveolos pulmonares, en donde se realiza el intercambio de gases. En caso de que las partículas estén constituidas por metales, entre otros compuestos, se produce una destrucción de los alveolos con la consecuente disminución de la función respiratoria (véase más adelante). Lo descrito anteriormente de acuerdo con Linares-Díaz (2009).

No obstante, las diferentes características de los puntos de muestreo y de las posibles fuentes de emisión, la distribución de las partículas en la zona de estudios presenta una distribución muy homogénea por cada tipo de partícula. Una posible causa de esta forma de distribución se puede encontrar en una fuente de emisión común.

Se ha determinado la presencia de partículas de 0,3 μm y 0,5 μm en cantidades importantes, en todos los puntos de muestreo, de manera homogénea. Es necesario señalar que el radio del área de estudio no excede los 2 kilómetros a la redonda a partir del punto 1 que es la cascada del río Santiago. Varios estudios demuestran que las partículas de tamaño menor a 10 μm , procede de actividades antropogénicas. En la zona de estudio, se observa que las posibles fuentes de emisión no son constantes, como son: quema de basura, incendios forestales, tráfico vehicular de diésel, el cual está presente solo en algunos puntos (3, 12, 18) en particular, la instalación desregulada de una fundidora en la zona Nor-poniente de la cabecera municipal de El Salto, así como las emisiones industriales provenientes de los corredores industriales instalados en el poniente del municipio. Además, considerando que la medición de partículas se realizó en el mes de febrero, época de sequía y que no se cuenta con información del movimiento de aire en la cuenca, la cascada con la emisión de aerosoles, podría ser la fuente en común de las partículas encontradas en partes diversas.

De los resultados obtenidos se desprende el interés de visualizar la dispersión del tipo de partículas en la zona de estudio, en los siguientes cuatro figuras 4, 5, 6 y 7 se observa la similitud a la que se alude, en cuanto a la distribución de las partículas en la zona de estudio, se muestran las líneas de isovalores cubriendo toda el área.

En color rojo, los valores máximos centrados en la cabecera municipal de El Salto, una isla hacia el Nor-poniente, junto al Cerro de la Cruz y otra al sur poniente, zona que se encuentra cercana al río antes de llegar a la casa.

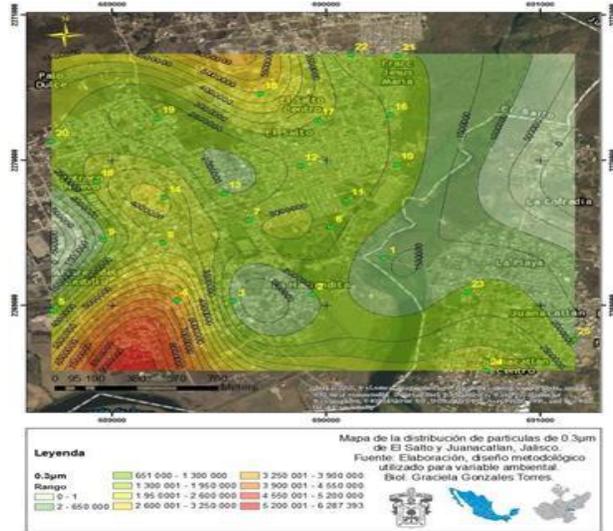


Gráfico 4 Distribución de Partículas con tamaño de 0.3 µm
Fuente: elaboración propia

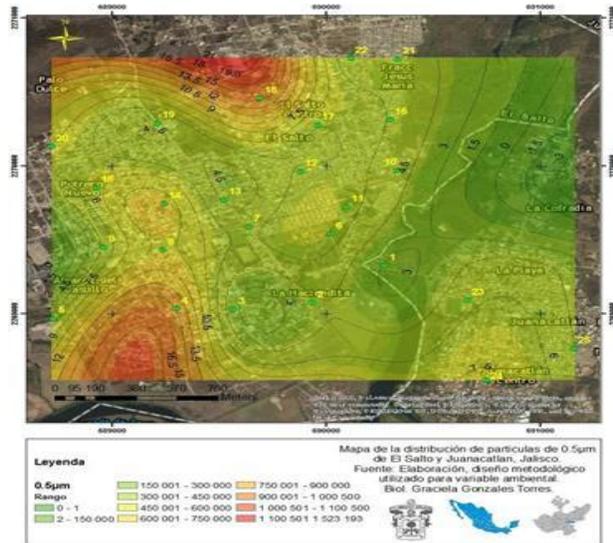


Gráfico 5 Distribución de Partículas con tamaño de 0.5 µm
Fuente: elaboración propia

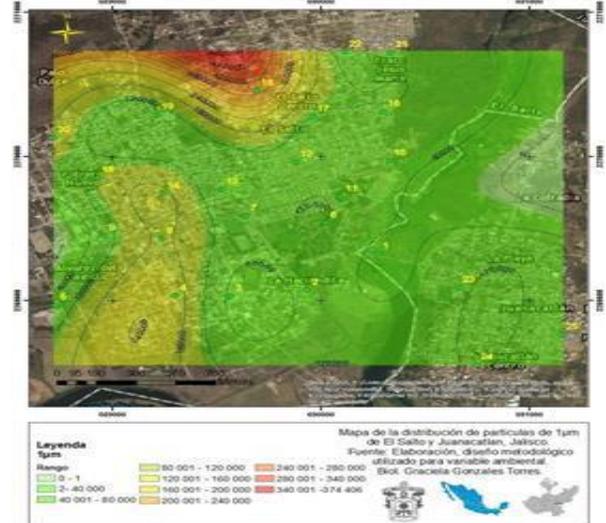
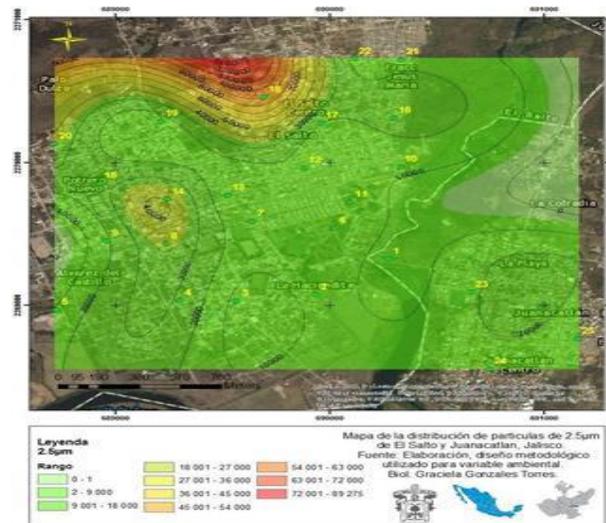


Gráfico 6 Distribución de Partículas con tamaño de 1.0 µm
Fuente: elaboración propia

Varios tipos de compuestos son atrapados por las partículas suspendidas (algunas respirables) y por tanto también pueden causar daños respiratorios.

Además, varios estudios han demostrado trazas de metales tóxicos como plomo, cadmio y níquel que llegan a encontrarse en mayor concentración en la fracción PM 2.5 en comparación con el material de mayor tamaño PM10. Citado en Rosas et al (2004). Para el tamaño 2.5 µm el sitio de muestreo 18, se encuentra en el rango de peligro de acuerdo con los valores de referencia.



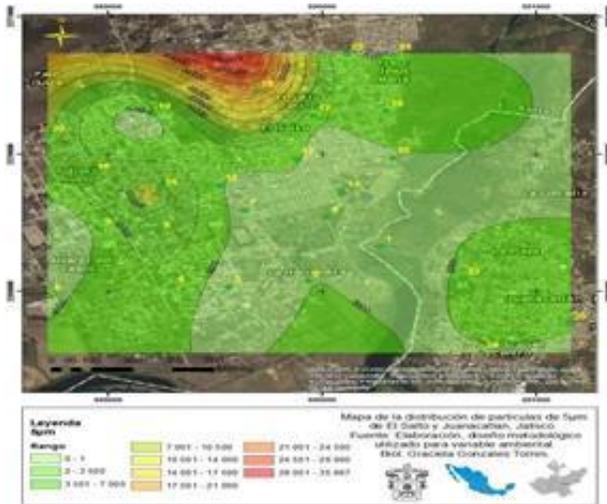


Gráfico 8 Distribución de Partículas con tamaño de 5.0 µm

Fuente: elaboración propia

Es importante señalar que, el punto 11 que corresponde a la ubicación del centro escolar al cual pertenecen los niños de la muestra, se encuentra en rango de precaución para los tamaños 2.5 µm, 5.0 µm y 10 µm. Es importante mencionar que alrededor del punto 15, a menos de 100 metros de distancia, se encuentran cuatro centros escolares, dos de ellos con más de mil estudiantes.

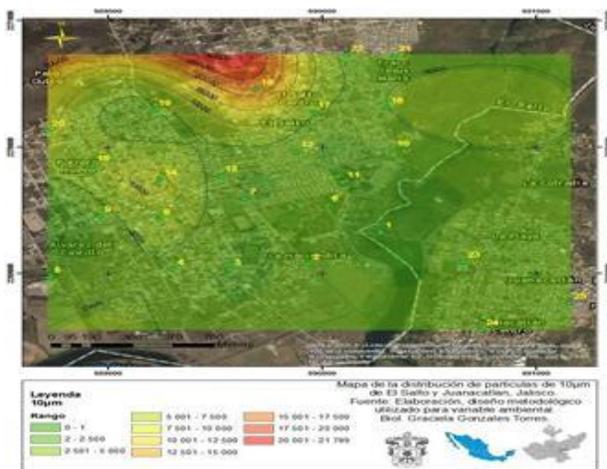


Gráfico 9 Distribución de Partículas con tamaño de 10.0 µm

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

El número de partículas presenta una distribución muy homogénea por cada uno de los seis tamaños de partícula medido.

El mayor número corresponde en un 90% a las partículas de fracción respirable, de diámetro aerodinámico 0.3µm y 0.5µm denominadas ultra finas, que pasan al torrente sanguíneo, respondiendo a un mismo patrón de distribución en todos los puntos de muestreo, la fuente de origen puede ser además de las descargas industriales de la cascada del río Santiago y el tráfico vehicular en algunos puntos en particular cercanos al vertedero municipal.

Las partículas de 0,3µm y 0,5µm presentan valores de referencia en rango de precaución en el 28% de los puntos de muestreo. Las partículas PM2.5, PM5.0 y PM10, presentan valores de referencia en rango de precaución en el 44% de los puntos de muestreo. Las partículas PM10 presentan valores de referencia en rango de peligro para en el 28% de los sitios de muestreo en la zona de estudio.

El sitio 18 ubicado en Calle Independencia y Lázaro Cárdenas en la cabecera municipal de El Salto, presenta valores de referencia en rango de peligro para partículas PM2.5, PM5.0 y PM10. En el punto 11, ubicado en el centro escolar donde asisten los niños de la muestra estudiada, los tamaños de partícula PM2.5, PM5.0 y PM10, presentan valores de referencia en rango de precaución.

No se puede determinar la dinámica atmosférica, que permita explicar la distribución de las partículas PM en la zona de estudio dado el tipo de estudio puntual, por lo que se requiere estudios longitudinales.

La utilidad de aplicar técnicas de muestreo ambiental y de análisis por contador de partículas, con equipo analítico avanzado, es novedosa. Es una técnica que permite ser exactos en la medición, y los tiempos de análisis son cortos respecto a las técnicas convencionales.

Referencias

Billet, S., Garc-on, G., Dagher, Z., Verdin, A., Ledoux, F., Cazier, F., Courcot, D. Aboukais, A., y Pirouz, S.P. (2007).Ambient Particulate Matter (PM2.5): Physicochemical characterization and metabolic activation.

Bhatia, R., & Wernham, A. (2008). Integrating human health into environmental impact assessment: An unrealized opportunity for environmental health and justice. *Environmental Health Perspectives*, 116(8), 991–1000. <https://doi.org/10.1289/ehp.11132>.

Casas Solis, J., & Loza Llamas, J. (2013). Riesgos a la salud de la población de la cuenca del ahogado por presencia de bacterias patógenas en el aire. In CIATEJ (Ed.), *Diagnóstico Integral del Polígono de Fragilidad Ambiental y su entorno 2012*. Guadalajara: CIATEJ, COECYTJAL, CONACYT

Espinosa Rubio, M. E. (2007). *Manual 1. Monitoreo de Calidad del Aire*. Mexico D.F.

Fang, G.C., Chang, C.N., Chu, C.C., Wu, Y.S., Fu, P., Yang, I.L., y Chen, M.H. (2003). Characterization of particulate, metallic elements of TSP, PM_{2.5} and PM_{2.5-10} aerosols at a farm sampling site in Taiwan Taichung. *The Science of the Total Environment*, 308, 157-166.

Hernández Mena, L., Gallardo Valdez, J., de Jesús Díaz Torres, J., & Villegas García, E. (2017). Contaminación del aire por partículas (PM₁₀) en el Polígono de Fragilidad Ambiental, Guadalajara, Jalisco. *REAXION UAL*, 4(2). Retrieved from http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_Impr_Contaminacion_del_aire_por_particulas_PM10_en_el_Poligono_de_Fragilidad_Ambiental_Guadalajara_Jalisco.html

INE-SEMARNAT. (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Western Governors' Association. Retrieved from <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/457.pdf>

Linares, C., & Díaz, J. (2009). Efecto de las partículas de diámetro inferior a 2,5 micras (PM_{2.5}) sobre los ingresos hospitalarios en niños menores de 10 años en Madrid. *Gaceta Sanitaria*, 23(3), 192–197. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2008.04.006>

Moore, A. (2012). *An Empirical Study of Particulate Matter Exposure for Transit Users at Bus Stop Shelters* by Adam Moore A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Civil and Environmental Engineering Thesis Committee. Portland State University.

Molina, M, J. and Molina, L, T. (2004) “Megacities and atmospheric pollution”, *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 54, pp. 1047-3289

Morales, R, G, E., Ed. (2006). *Contaminación Atmosférica Urbana*. Santiago (Chile): Editorial Universitaria

Parry, M, L., Canziani, O. F., Palutikof, J, P., van der Linden, P, J., and Hanson, C, E., Eds. (2007). *Climate Change 2007: Impacts, adaptations and vulnerability*. IPCC Fourth Assessment Report. Cambridge, UK: Cambridge University Press

Rosas, I., Salinas, E., Martínez, L., Esclava, C., & Cravioto, A. (2004). Bacterias en la Atmósfera. In R. M. del Pont Lalli (Ed.), *Microbiología ambiental* (1st ed., pp. 15–46). Mexico D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y de Recursos Naturales, Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv_pub=593&tipo_file=pdf&filename=440

Salini Calderón, G, A. (2014). *Estudio Acerca del Material Particulado Emitido en Ciudades de Tamaño Medio al Sur de Santiago de Chile*, INGE CUC, vol. 10, no. 1, pp. 97–108.

Barreras en la atención de la morbilidad materna en Yaxkukul, Yucatán, México**Barriers in maternal morbidity care in Yaxkukul, Yucatan, Mexico**

RODRÍGUEZ-ANGULO, Elsa†*, SOLÍS-RIVERO, Marita, OJEDA-RODRÍGUEZ, Ricardo y ANDUEZA-PECH, Guadalupe

Universidad Autónoma de Yucatán, "Centro de Investigaciones Regionales "Dr. Hideyo Noguchi".

ID 1^{er} Autor: *Elsa, Rodríguez-Angulo* / ORC ID: 0000-0001-5959-1341, Researcher ID Thomson: S-4625-2018, CVU CONACYT ID: 111408

ID 1^{er} Coautor: *Marita, Solís-Rivero* / ORC ID: 0000-0002-1521-4853, ID Thomson: X-2749-2019, CVU CONACYT ID: 1009600

ID 2^{do} Coautor: *Ricardo, Ojeda-Rodríguez* / ORC ID: 0000-0002-2556-5847, Researcher ID Thomson: S-4761-2018, CVU CONACYT ID: 946773

ID 3^{er} Coautor: *Guadalupe Andueza-Pech* / ORC ID: 0000-0002-3083-0529, Researcher ID Thomson: S-4702-2018, CVU CONACYT ID: 84374

DOI: 10.35429/JOHS.2019.18.6.28.37

Recibido Enero 11, 2019; Aceptado Marzo 23, 2019

Resumen

Objetivos. Identificar las barreras que causan demoras en la ruta de atención obstétrica en mujeres embarazadas de Yaxkukul, Yucatán, de enero de 2016 a mayo de 2018. Metodología. Estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo. Se entrevistaron embarazadas que acudieron a control prenatal al centro de salud rural de Yaxkukul y se revisaron sus expedientes clínicos. Se estudiaron características sociodemográficas, control prenatal y se describió la ruta crítica de atención obstétrica, bajo el modelo de las tres demoras. Se calcularon porcentajes, medidas de tendencia central y dispersión; así como chi cuadrada para buscar asociación entre demoras y morbilidad materna. Se utilizó un nivel de confianza del 95% y un valor de $p < 0.05$. Contribución. El presente estudio contribuye a la prevención de la mortalidad materna y perinatal. Conocer las barreras que causan demoras en la atención permite identificar deficiencias en el protocolo de emergencias obstétricas establecidos en las unidades de salud rurales, para mejorar la calidad de la atención obstétrica.

Barreras, Demoras en la atención, Mujeres embarazadas

Abstract

Objectives. Identify the barriers that cause delays in the route of obstetric care in pregnant women of Yaxkukul, Yucatán, from January 2016 to May 2018. Methodology. Observational, descriptive, cross-sectional and retrospective study. Pregnant women who attended prenatal control at the rural health center of Yaxkukul were interviewed and reviewed their clinical record. Sociodemographic characteristics, prenatal control were studied and the critical route of obstetric care was described, under the model of the three delays. Percentages, measures of central tendency and dispersion were calculated; as well as square chi to look for association between delays and maternal morbidity. A 95% confidence level and a value of $p < 0.05$ were used. Contribution. The present study contributes to the prevention of maternal and perinatal mortality. Knowing the barriers that cause delays in care can identify deficiencies in the obstetric emergency protocol established in rural health units, to improve the quality of obstetric care.

Barriers, Delays in care, Pregnant women

Citación: RODRÍGUEZ-ANGULO, Elsa, SOLÍS-RIVERO, Marita, OJEDA-RODRÍGUEZ, Ricardo y ANDUEZA-PECH, Guadalupe. Barreras en la atención de la morbilidad materna en Yaxkukul, Yucatán, México. Revista de Ciencias de la Salud. 2019. 6-18: 28-34.

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: rangulo@correo.uady.mx)

† Investigador contribuyendo como primer Autor

Introducción

La mortalidad materna (MM) es un problema multifactorial de salud pública que ha motivado a las regiones del mundo a reaccionar ante esta tragedia. A pesar de los esfuerzos realizados por instituciones internacionales no se lograron alcanzar las metas descritas en la Declaración de Alma Ata en septiembre de 1978, ni las planteadas en las metas del milenio para lograr la reducción de la mortalidad materna en un 75% de los niveles de 1990 a cumplirse en el año 2015.

La MM está estrechamente ligada a los estándares de la atención obstétrica. Thaddeus y Maine en 1994, reportaron en un estudio de revisión que muchas mujeres embarazadas llegan a los establecimientos de salud en estado de gravedad lo que empeora su pronóstico, y que el tiempo que se tarda en proporcionarles los cuidados necesarios es el factor crucial en su fallecimiento. A partir de estas observaciones se desarrolló el “modelo de las tres demoras”.

En el mundo, cada día mueren alrededor de 830 mujeres por complicaciones relacionadas con el embarazo o el parto. En el 2015 se estimaron unas 303 000 muertes de mujeres durante el embarazo y el parto o después de ellos. Prácticamente todas estas muertes se producen en países de ingresos bajos y la mayoría de ellas podrían haberse evitado.

La MM se define como la muerte de una mujer durante el embarazo, parto o puerperio por causas relacionadas o agravadas por el embarazo, pero no por razones accidentales. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la MM es “el fallecimiento de una mujer mientras está embarazada o dentro de los 42 días después de la terminación del embarazo, independientemente de la duración y lugar del mismo, producida por cualquier causa relacionada o agravada por el embarazo o su manejo, pero no por causas accidentales o incidentales.

Las principales causas de muerte para la mujer embarazada son: enfermedad hipertensiva inducida por embarazo (20.4%), hemorragia obstétrica (19%) y sepsis (4.1%). Estos porcentajes son 5 a 10 veces superiores a los que se registran en los países industrializados o con mayor desarrollo de sus sistemas nacionales de salud.

Desde las primeras evidencias de demoras o retrasos descritas por Thaddeus y Maine en 1993, se han realizado trabajos que las analizan a través de un modelo basado en la forma en que la mujer, su familia y los servicios de salud responden a la complicación. Las demoras han sido agrupadas en tres:

Demora 1, retraso en decidir buscar atención; depende de las capacidades y oportunidades de la mujer y su entorno para reconocer una complicación que amenaza la vida, así como de la información de la que dispone acerca de a dónde puede acudir.

Demora 2, retraso en identificar y acceder a un servicio de salud; depende de la distancia al servicio de salud, la disponibilidad y eficiencia del transporte y el costo de los traslados.

Demora 3, en obtener el tratamiento adecuado y oportuno; depende de la disponibilidad de personal capacitado con la que cuenta la institución, la disponibilidad de medicamentos e insumos (antibióticos, sulfato de magnesio, sangre segura) y de la infraestructura (quirófanos) del servicio de salud. En México, hay estudios que han analizado las demoras en el proceso de atención de la embarazada y de acuerdo con sus resultados recomiendan realizar intervenciones dirigidas a las etapas tempranas de la complicación y a disminuir las diversas formas de inequidad de género y socioeconómicas. Cualquier demora en recibir el tratamiento apropiado en mujeres embarazadas puede costarle su salud.

En Yucatán, existen evidencias de que, en zonas muy marginadas, la hemorragia es la causa principal de muerte materna. Las defunciones causadas por complicaciones obstétricas se relacionan con la forma en que las mujeres responden a las señales de alarma que indican una complicación y con la respuesta de los servicios de salud para el cuidado y el tratamiento oportuno de ésta. Esto es, las muertes maternas no son accidentales, sino que obedecen a un conjunto de factores que, al enlazarse, forman una cadena fatal de demoras o retrasos que impiden prevenir riesgos durante los embarazos, limitan el acceso a servicios de salud de calidad y traen como consecuencia la falta de atención oportuna de la complicación y, por consiguiente, la muerte.

Objetivo General

Identificar las barreras que causan demoras en la ruta de atención obstétrica en mujeres embarazadas de Yaxkukul, Yucatán, de enero de 2016 a mayo de 2018.

Material y Métodos

El tipo de estudio fue observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo. Se incluyeron mujeres embarazadas de la población del municipio de Yaxkukul y comisarias pertenecientes a dicha cabecera: Nolo y Tixkunchel; que acudieron a control prenatal en el centro de salud rural de Yaxkukul, Yucatán durante el periodo de enero de 2016 a mayo de 2018. Se realizaron entrevistas durante la consulta prenatal y en los domicilios de las embarazadas. Previo consentimiento informado

Definición operacional de variables.

Edad. Tiempo cronológico de vida cumplido por el paciente al momento de la entrevista.

Escolaridad. Grado máximo de estudio alcanzado por la paciente al momento de la entrevista.

Ocupación. Tipo de trabajo que desempeña la paciente, con o sin remuneración económica.

Método de planificación familiar. Método de anticoncepción utilizado a lo largo de su vida fértil referido por la paciente.

Control prenatal. Numero de asistencia a citas de control prenatal a lo largo del último embarazo.

Primera demora (barreras). Demora en decidir buscar atención; identificación de señales de alarma, y conocimiento de derechos y deberes reproductivos referido por la paciente.

Segunda demora (barreras). Demora en identificar y acceder a un servicio de salud, dificultad para llegar a un acuerdo familiar, malas experiencias, recursos económicos deficientes, falta de disponibilidad transporte al momento de la emergencia obstétrica referida por la paciente.

Tercera demora (barreras). Demora en obtener el tratamiento adecuado y oportuno, aumento del tiempo de espera en la institución de segundo nivel, identificación de riesgos, falta de recursos médicos y materiales, medicamentos deficientes referido por la paciente.

Morbilidad materna. Complicaciones relacionadas de manera directa con el embarazo, parto o puerperio, registrados en el expediente y referido por la paciente.

Mortalidad materna. Defunción de la madre registrada en el expediente.

Mortalidad fetal. Defunción del feto o producto registrado en el expediente.

Nosotros hipotetizamos que las demoras se asocian con la morbilidad. Para el análisis estadístico se calcularon medias, porcentajes, razón de momios para estudiar las asociaciones de variables y χ^2 como prueba de hipótesis. Se utilizaron niveles de confianza del 95% y diferencias en valores de $p < 0.05$ se dieron como significativas.

Resultados

Durante el periodo de estudio se dio atención a un total de 42 embarazadas. Sin embargo, no se logró localizar a todas las pacientes, por lo que se realizaron un total de 35 entrevistas, cuyos expedientes físicos fueron revisados.

La media de edad de las embarazadas fue 27.6 años. Respecto a la escolaridad, el 17.1% careció de enseñanza básica. El 85.7% fueron amas de casa. El 28.5% no utilizó métodos de planificación familiar. El 45.1% tuvieron de 5 a 6 consultas prenatales.

De las 9 pacientes que no tuvieron ninguna morbilidad y que presentaron la primera demora las causas fueron 6 (66.6%) falta de reconocimiento de datos de alarma, 1 (11.1%) falta de acuerdo familiar para buscar ayuda, y 1 (11.1%) se automedicó antes de acudir a recibir atención (Tabla 1).

Demora 1						
Barrera	Total	%	Con morbilidad		Sin morbilidad	
	N°	%	N°	%	N°	%
Reconoce datos de alarma	10	43.84	4	28.5	6	66.67
Acuerdo en búsqueda de ayuda	4	17.39	3	21.4	1	11.11
Acude a sobadora	1	4.35	1	7.14	0	0.00
Le resta importancia a lo sentido	3	13.04	2	14.2	1	11.11
Se automedica	2	8.70	2	14.2	0	0.00
Espera remisión de síntomas	3	13.04	2	14.2	1	11.11
Total	23	100.0	14	100.0	9	100.0

NOTA: Se obtuvo un valor de χ^2 de 0.258 con una $p = 0.6108$

Tabla 1 Barreras que causan demora 1, frecuencia y porcentaje en pacientes con y sin morbilidad

De las principales barreras encontradas que causan la segunda demora encontramos que 3 (13.6%) no recibieron una hoja de referencia del centro de salud de primer nivel, ya que decidieron ir directo al segundo nivel, 9 (40.9%) mencionó que a pesar de recibir hoja de referencia no se encontró ambulancia municipal de traslado disponible al momento de la urgencia, 4 (18.1%) mencionaron que se retrasó en la búsqueda de atención ya que esperaron a algún familiar con posibilidad de traslado que las apoyara, 3 (13.3%) argumentaron un elevado costo de traslado, y 3 (13.6%) afirmaron que a pesar de tener ambulancia de traslado, hoja de referencia y todos los documentos pertinentes, las autoridades municipales se negaron a brindar apoyo si la paciente o familiares de la paciente no apoyaban al mismo partido político en gestión (Tabla 2).

Demora 2						
Barrera	Total	%	Con morbilidad		Sin morbilidad	
	N°	%	N°	%	N°	%
Sin referencia	3	13.64	2	14.29	1	12.50
No hubo ambulancia	9	40.91	6	42.86	3	37.50
Esperó apoyo de familiar	4	18.18	3	21.43	1	12.50
Costo elevado de transporte	3	13.64	2	14.29	1	12.50
Transporte condicionado a partido político	3	13.64	1	7.14	2	25.00
Total	22	100.0	14	100.0	8	100.0

NOTA: Se obtuvo un valor de χ^2 0.0459 con una $p = 0.8303$

Tabla 2 Barreras que causan demora 2, frecuencia y porcentaje en pacientes con y sin morbilidad

De las 5 pacientes que presentaron la tercera demora y que además cursaron con un embarazo normo evolutivo 1 (20%) mencionó que tuvo un tiempo de espera largo sin conocer la causa del retraso, 1 (20%) mencionó la gran demanda de pacientes como motivo del retraso en su atención, y 2 (40%) no cumplían criterios de ingreso al momento de acudir por primera vez por lo que tuvieron que acudir varias veces en menos de 24 horas (Tabla 3).

Demora 3						
Barrera	Total	%	Con morbilidad		Sin morbilidad	
	N°	%	N°	%	N°	%
Sin referencia	4	19.05	3	18.75	1	20.00
No hubo ambulancia	7	33.33	6	37.50	1	20.00
Esperó apoyo de familiar	4	19.05	3	18.75	1	20.00
Costo elevado de transporte	1	4.76	1	6.25	0	0.00
Transporte condicionado a partido político	5	23.81	3	18.75	2	25.00
Total	21	100.0	16	100.0	5	100.0

NOTA: Se obtuvo un valor de χ^2 de 4.17 con $p = 0.0411$

Tabla 3 Barreras que causan demora 3, frecuencia y porcentaje en pacientes con y sin morbilidad

Conclusiones

Todas las pacientes presentaron por lo menos una demora, 25 (71.4%) presentaron únicamente una demora, 7(20%) presentaron 2 demoras y 3 (8.5%) presentaron las 3 demoras.

El 34.8% correspondieron a la primera demora 33.3% a la segunda demora y 31.8% la tercera demora.

Las principales barreras que causan demora fueron las siguientes: de la primera demora 28.5% fue por falta de reconocimiento de datos de alarma, 21.4% fue por falta de acuerdo familiar para la búsqueda de atención, 7.4% fue por que acude a un sobador o sobadora antes que al médico, 14.2% le resta importancia a la sintomatología, 14.2% se automedica antes de recibir atención, y 14.2% espera a que remitan los síntomas espontáneamente.

De la segunda demora 13.6% no recibió una hoja de referencia del centro de salud de primer nivel ya que deciden ir directo a segundo nivel, 40.9% menciona que a pesar de recibir hoja de referencia no se encuentra ambulancia municipal de traslado disponible al momento de la urgencia, 18.1% menciona que se retrasa en la búsqueda de atención ya que esperan a algún familiar con posibilidad de traslado que las apoye, 13.3% argumentan un elevado costo de traslado, y 13.6% afirman que a pesar de tener ambulancia de traslado, hoja de referencia y todos los documentos pertinentes las autoridades municipales se niegan a brindar apoyo si la paciente o familiares de la paciente no apoyan al mismo partido político en gestión. De la tercera demora las principales barreras fueron 19.0% tiempo de espera larga para ser atendidas sin conocer el motivo del retraso, 33.3% gran demanda de pacientes en espera de ser atendidos, 19% ausencia de médico especialista al momento de la urgencia, 14.7% traslado del Hospital Materno a Hospital O'Horán por falta de equipo y recursos humanos necesarios para la atención de alguna complicación, 23.8% falta de criterios para ingreso lo que condicionó a algunas pacientes a acudir varias veces al hospital en menos de 24 horas.

Las principales causas de morbilidad encontramos infecciones genitourinarias en el embarazo presentada por 17.9% de las pacientes, 5.7% preeclampsia sin especificar, 5.7% preeclampsia moderada, 5.7% preeclampsia severa, 5.7% hipertensión gestacional, 7.6% con trabajo de parto complicado por sufrimiento fetal, de los cuales solamente uno resultó en óbito fetal. Del total de demoras, 68.18% de ellas se presentaron en pacientes que habían cursado con alguna morbilidad, 31.8% en pacientes con embarazos normoevolutivos. De las pacientes que tuvieron alguna morbilidad, 33.3% presentaron la primera demora, 31.1% la segunda demora y 35.5% la tercera demora. De las pacientes con embarazo normoevolutivo, sin ninguna morbilidad 38.09% presentaron la primera demora, 38.09% la segunda demora, y 23.8% la tercera demora.

Por si sola únicamente la tercera demora presentó asociación a la morbilidad materna, con un valor de x^2 de 4.17 con $p= 0.0411$. En conjunto las 3 demoras tienen un valor de x^2 de 3.97 con $p= 0.0462$, demostrando que de alguna forma las demoras se asocian con alguna morbilidad.

Referencias

Alkema L, Chou D, Hogan D, Zhang S, Moller AB, Gemmill A, et al. (2016). Global, regional, and national levels and trends in maternal mortality between 1990 and 2015, with scenario-based projections to 2030: a systematic analysis by the UN Maternal Mortality Estimation Inter-Agency Group. *Lancet* ;387(10017):462-74.

Bobadilla J L, Reyes F S& Karchmer S. (1992) Magnitud y causas de la mortalidad materna en el Distrito Federal 1988–1989. *Gac Med Mex*; 132: 5-16.

Briones GJ, Reyes FA. Preeclampsia. México: Editorial Alfil, 2008.

Elú MC & Santos-Pruneda E. (2004) Mortalidad materna: una tragedia evitable. *Perinatol Reprod Hum*;18(1):44-52
http://www.who.int/reproductivehealth/topics/maternal_perinatal/nmconcept/en/

Estrategia Nacional para la Prevención del Embarazo en Adolescentes. Gobierno de la República. México. Retomado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/55979/ENAPEA_0215.pdf

Faneite P. (2008) Mortalidad materna en la Región Bolivariana de Latinoamérica: área crítica. *Rev Obstet Ginecol Venez*. 68:18-24.

Faneite P, Rojas L & Briceño G. (2006) Mortalidad materna, Análisis. *Salus, Rev Fac de Ciencias Salud UC*. 10:26-30.

Gamboa Montejano C & Valdés Robledo S. Mortalidad materna en México. Marco conceptual, derecho comparado, políticas públicas, tratados internacionales, estadísticas y opiniones especializadas. Dirección General de Servicios de Documentación, Información y Análisis Dirección de Servicios de Investigación y Análisis Subdirección de Análisis de Política Interior. Septiembre 2015. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/spi/SAP I-ISS-74-15.pdf>

Informe semanal de vigilancia epidemiológica. Información hasta la semana 27 epidemiológica 01 del 2017. Sistema de notificación inmediata de muerte materna. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/180156/MMAT_2017_SE01.pdf

Karam C, Bustamante M, Campuzano M & Pliego A. (2007) Aspectos sociales de la mortalidad materna: Estudio de casos en el Estado de México. *Med Soc [Internet]* [citado 15 Ene 2010]; 2: 205-211. En: www.medicinasocial.info.

Ministerio del Poder Popular para la Salud, Dirección General de Epidemiología. Manual de normas de vigilancia epidemiológica de muerte materna, Infantil y 1-4 años de edad (SIS-05. SIVIGILA 2008). Caracas; 2008.

Organización Panamericana de la Salud, Organización mundial de la salud. [Internet] Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud; Washington 1995 [citado 14 May 2011]. En: www.cemece.salud.gob.mx/fic/cie/index.html

Organización Mundial de la Salud. [Internet] maternal mortality in 2005. Estimates developed by WHO, UNICEF, UNFPA and The World Bank; Ginebra 2007 [citado 25 Nov 2010]. En: <http://www.who.int/makingpregnancy safer/topics/maternal mortality/es/ Index.html>.

Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. [Internet] Washington. Estrategia regional para la reducción de la mortalidad y morbilidad materna. 26a Conferencia Sanitaria Panamericana, 54a Sesión del Comité Regional; 2002 [citado 26 Mar 2010] En: www.paho.org

Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la salud en el mundo. OMS; 2003. En: <http://who.int/who/2003/en/chapter2-es.pdf>. Patton GC, Coffey C, Sawyer SM, Viner RM, Haller DM, Bose K, Vos T, Ferguson J & Mathers CD. (2009). Global patterns of mortality in young people: a systematic analysis of population health data. *Lancet*. 374:881–892.

Procedimiento: Referencia y Contrarreferencia de pacientes entre unidades médicas y servicios de atención primaria, hospitalaria y de especialidad Manual de Procedimientos para la Operación del Sistema de Referencia y Contrarreferencia de Pacientes en Unidades Médicas de Primero, Segundo y Tercer Nivel de Atención. Secretaría de Salud. Instituto de Salud del Estado de México. Enero 2010. Consultado el 5 de agosto de 2013 en: <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/gct/2012/abr113.PDF>

Rodríguez-Angulo, Aguilar-Pech, Montero-Cervantes, Hoil-Santos & Andueza-Pech. (2012) Demoras en la atención de complicaciones maternas asociadas a fallecimientos en municipios del sur de Yucatán, México. *Rev Biomed* ; 23: 23-32

Rodríguez-Angulo, Aguilar-Pech, Montero-Cervantes, Hoil-Santos & Andueza-Pech. (2012) Demoras en la atención de complicaciones maternas asociadas a fallecimientos en municipios del sur de Yucatán, México. *Rev Biomed*. 23: 23-32

Rodríguez-Angulo E, Pech GA & Vázquez RZ. (2018). Global risk of death due to delays in the care of pregnant women with obstetric complication in yucatan, Mexico. *Obstet Gynecol Int J* ;9(2):118–122. DOI: 10.15406/ogij.2018.09.00315

Romero, Mariana, Silvina Ramos, and Edgardo Ábalos. "Modelos de análisis de la morbi-mortalidad materna." Hoja informativa 3 (2010).

Rosado-Alcocer L, Rodríguez-Angulo E & Andueza Pech G. (2008). Evaluación del modelo de los tres retrasos en las defunciones maternas en Mérida, Yucatán. En: *Investigación y Salud* 3. Ed. Universidad Autónoma de Yucatán. México. Pp 325-339

SSA, Dirección General de Información en Salud. In mujeres, Cálculos a partir de SSA. Sistema Nacional de Información en Salud, (SINAIS) [en línea]: Información dinámica: bases de datos en formato de cubo dinámico/Defunciones 1979-2016. CONAPO. Proyecciones de la Población de México 2005-2050.

Trinidad, C.S., Mateos, A.G., Moreno, F.S. & Aguilar, A.R. (2015). Morbilidad y mortalidad materna y factores de riesgo asociados con una urgencia obstétrica. *Ginecol Obstet Mex*;83:96-103.

Velasco-Murillo V. (2002) La mortalidad materna: un problema vigente hasta nuestros días. *Rev Med IMSS*;40(3):185- 186.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Ciencias de la Salud. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

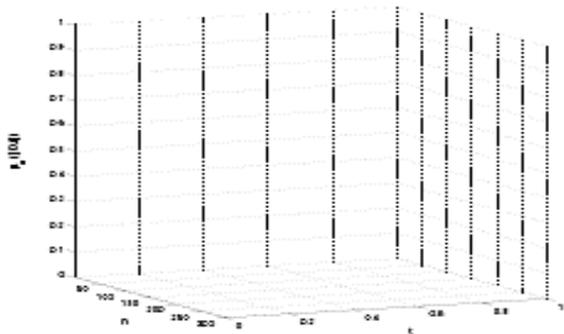


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

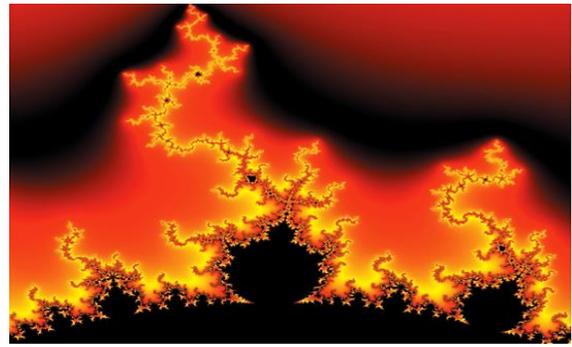


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción.*
2. *Descripción del método.*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda.*
4. *Resultados.*
5. *Agradecimiento.*
6. *Conclusiones.*
7. *Referencias.*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Ciencias de la Salud se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Ciencias de la Salud emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Bolivia considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Bolivia para su Revista de Ciencias de la Salud, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

DULCINEA (Revistas científicas españolas)

UNIVERSIA (Biblioteca Universitaria-Madrid)

SHERPA (Universidad de Nottingham- Inglaterra)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Bolivia), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia.

Revista de Ciencias de la Salud

“Desarrollo de productos de uso personal y alimenticios utilizando frutos y plantas de la región como medida de prevención de enfermedades transmitidas por el mosquito *Aedes aegypti*: avances de proyecto del cuerpo académico UTSEM-CA-1”

HERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, María del Rosario, ROJO-BURGOS, Maricela y ASTIVIA-ARELLANO, Félix

Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México

“Partículas ambientales en bronquio y tejido pulmonar humano”

PEÑA-GARCIA, Laura, MACIEL-FLORES, Roberto, ROBLES-MURGUÍA, Celia y ROSAS-ELGUERA, José

Universidad de Guadalajara

“Caracterización de tamaños de partículas suspendidas en un área conurbada de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México”

GARCÍA-VELASCO, Javier, GONZÁLEZ-TORRES, Graciela, CONTRERAS-RODRÍGUEZ, Sergio H. y CORTES-ROMAN, Isabel

Universidad de Guadalajara

“Barreras en la atención de la morbilidad materna en Yaxkukul, Yucatán, México”

RODRÍGUEZ-ANGULO, Elsa, SOLÍS-RIVERO, Marita, OJEDA-RODRÍGUEZ, Ricardo y ANDUEZA-PECH, Guadalupe

Universidad Autónoma de Yucatán

