



ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

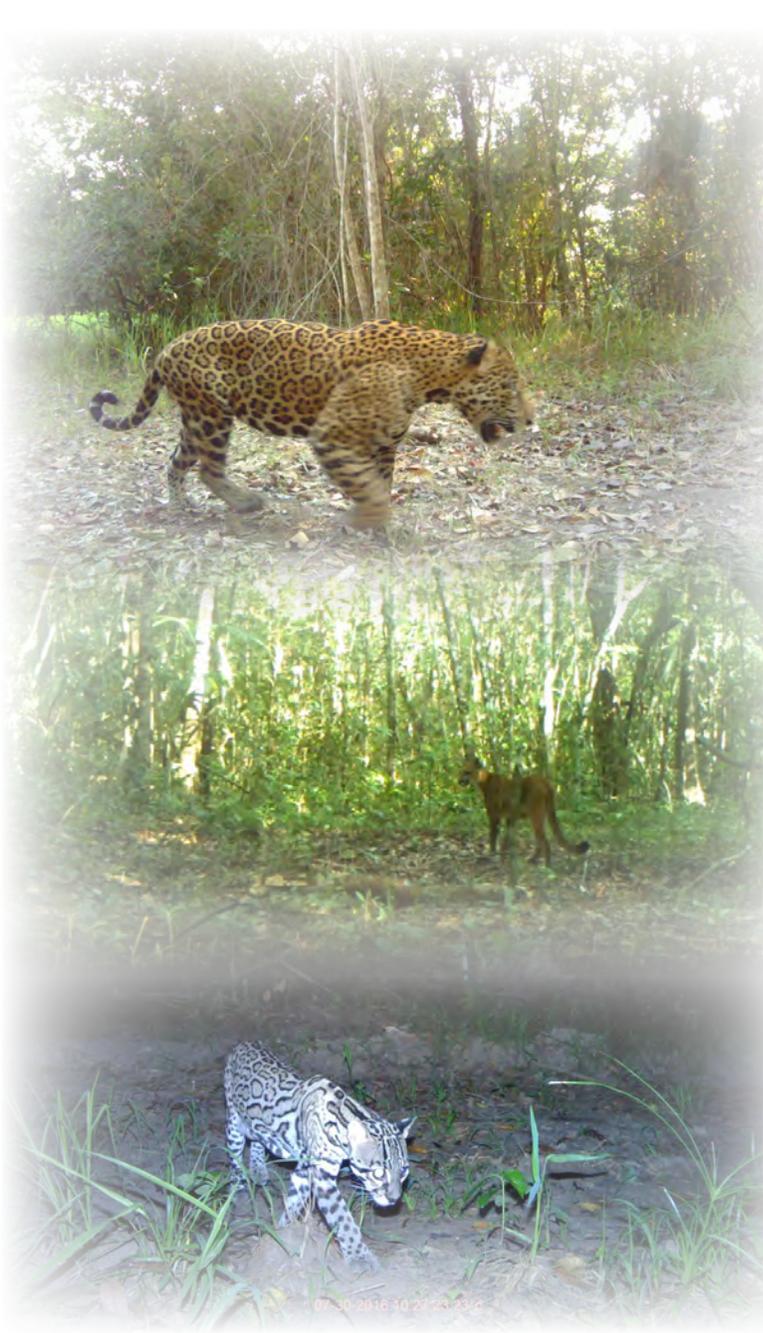
-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 25

Número 52

Mayo-Agosto 2019

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas





PRÁCTICAS DE CAMPO EN LA ASIGNATURA «ALGAS Y BRIOFITAS» DENTRO DE LAS INSTALACIONES DE LA DACBiol.
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: cortesía de Ma. Guadalupe Rivas Acuña.



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE ”

DIRECTORIO

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Dra. Dora María Frías Márquez
Secretaria de Servicios Académicos

M. en C. Raúl Guzmán León
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

M. en A. Rubicel Cruz Romero
Secretario de Servicios Administrativos

L.C.P. Elena Ocaña Rodríguez
Secretaria de Finanzas

M.C.A. Rosa Martha Padrón López
Directora de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dr. Raúl Germán Bautista Margulis
Coordinador de Investigación y Posgrado, DACBio-UJAT

M. en A. Arturo Enrique Sánchez Maglioni
Coordinador Administrativo, DACBio-UJAT

M. en C. Andrés Arturo Granados Berber
Coordinador de Docencia, DACBio-UJAT

Biól. Blanca Cecilia Priego Martínez
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión, DACBio-UJAT

COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)
Editor fundador

Dra. Lilia María Gama Campillo
Editor en jefe

Dra. Carolina Zequeira Larios
Dra. María Elena Macías Valadez Treviño
Editores asociados

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Editor ejecutivo

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña
L.D.C. Rafael Sánchez Gutiérrez
Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez
Corrector de pruebas

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Lic. Ydania del Carmen Rosado López
Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez (†)
Diseñadores

L.Comp. José Juan Almeida García
Soporte técnico institucional

M.Arq.; M.A.C. Marcela Zurita Macías Valadez
Traductor

Pas. Lic. Biología José Francisco Juárez López
Apoyo técnico

CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Julieta Norma Fierro Gossman
Instituto de Astronomía, UNAM - México

Dra. Tania Escalante Espinosa
Facultad de Ciencias, UNAM - México

Dr. Ramón Mariaca Méndez
El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR San Cristóbal, Chiapas - México

M. en C. Mirna Cecilia Villanueva Guevara
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco - México

Dr. Julián Monge Nájera
Universidad Estatal a Distancia (UNED) - Costa Rica

Dr. Jesús María San Martín Toro
Universidad de Valladolid (UVA) - España

ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación cuatrimestral de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

KUXULKAB' se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto en la siguiente dirección: www.revistas.ujat.mx; por otro lado se halla citada en:

PERIÓDICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias):
www.dgbiblio.unam.mx

LATINDEX (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal):
www.latindex.unam.mx/index.html



Nuestra portada:

Los humedales, flora y fauna de Tabasco.

Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Fotografías de: Imágenes de cortesía por los autores con sus escritos publicados en este número.

KUXULKAB', año 25, No. 52, mayo-agosto 2019; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <http://www.revistas.ujat.mx>; kuxulkab@ujat.mx. Editor responsable: Lilia María Gama Campillo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: 2448-508X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Editor ejecutivo, Fernando Rodríguez Quevedo; Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5; entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 07 de mayo del 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBio y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.



Editorial

Estimados lectores:

En el número 52 (mayo-agosto, 2019) de **KUXULKAB'** estamos publicando cinco artículos con una diversidad de temas, que seguramente, resultarán de mucho interés. A continuación, brindamos una corta reseña sobre las aportaciones expuestas en este número de la revista.

«*Palinología de cuatro especies del municipio de Teapa, Tabasco; México*»; escrito donde se aportan los resultados de una investigación al estudio de polen de especies de flora en unos de los municipios del estado de Tabasco.

«*Evaluación de las concentraciones de formaldehído por la aplicación de aerosoles en interiores*»; aportación donde se exponen las observaciones durante la evaluación de las concentraciones de este compuesto en el interior de un edificio, con el fin de evaluar los efectos en la calidad de aire.

«*Convivencia felinos silvestres-humanos*»; escrito donde se hace un análisis respecto al conflicto que existe entre las actividades humanas y la presencia de felinos silvestres; así como posibles acciones para disminuir dicha interacción.

«*Reivindicando las malezas: una oportunidad en el compostaje*»; material donde se presenta una revisión bibliográfica sobre las posibilidades que ofrece el compostaje al usar las malezas como materia prima o hasta inhibidor de las mismas..

«*Tabasco es el edén de los humedales*»; documento que expone las características de los humedales del Estado, así como la presencia de flora, fauna y servicios ambientales que ofrecen.

En esta ocasión, quiero aprovechar para compartirles que, con este número, cierro mi ciclo como editor en jefe de la revista; esta experiencia ha sido por demás enriquecedora en mi vida profesional, y no hubiera sido posible sin el extraordinario apoyo del editor ejecutivo, así como de los editores asociados. Así mismo quiero agradecer y reconocer, la confianza de los autores que la consideran una alternativa para la publicación de sus contribuciones en la divulgación científica; igualmente, el amable apoyo de los dictaminadores que mantienen la calidad de las aportaciones.

La sociabilización de la información científica es, sin duda, un deber de quienes contribuyen al avance de la misma y permite generar un empoderamiento en la sociedad para tomar mejores decisiones; por lo que esfuerzos como el de **KUXULKAB'** son un parametro que apoya estas acciones. Esta revista fue fundada por el doctor Andrés Reséndez Medina⁽¹⁾ hace casi 25 años, quien tuvo el honor de conocer y al que agradezco en su momento haya considerado que yo podía hacer una contribución en su desarrollo. Sin embargo, la continuidad de esta revista no hubiera sido posible sin el apoyo y reconocimiento de la comunidad de la División Académica de Ciencias Biológicas a quienes sin duda pertenece y representa.

Lilia María Gama Campillo
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

Rosa Martha Padrón López
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

Contenido

PALINOLOGÍA DE CUATRO ESPECIES DEL MUNICIPIO DE TEAPA, TABASCO; MÉXICO 05-14

PALINOLOGY OF FOUR SPECIES OF TEAPA MUNICIPALITY, TABASCO; MEXICO

Leydi Daniela Pérez de la Cruz & Marcela Alejandra Cid Martínez

EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE FORMALDEHÍDO POR LA APLICACIÓN DE AEROSOL EN INTERIORES 15-21

ASSESSMENT OF FORMALDEHYDE CONCENTRATIONS RESULTING FROM THE APPLICATION OF AEROSOLS IN INDOOR AREAS

Erick Francisco Vázquez Alamilla, Jesús Daniel Ulloa Contreras, Jesús Javier Ramos Hernández, Lisa Limón Salas, Selene Virginia Flores Córdova, Ana Úrsula Rodríguez Metelin, Pablo García Baños & Anahí Guadalupe Bolaina-García

CONVIVENCIA FELINOS SILVESTRES-HUMANOS 23-30

COHABITATION WILD-HUMAN CATS

Yaribeth Bravata de la Cruz

REIVINDICANDO LAS MALEZAS: UNA OPORTUNIDAD EN EL COMPOSTAJE 31-38

VINDICATING WEEDS: AN OPPORTUNITY IN COMPOSTING

Diana Karen Vargas Roussel, Ildefonso Jesús Díaz Rámirez & Erika Escalante Espinosa

TABASCO ES EL EDÉN DE LOS HUMEDALES 39-51

TABASCO IS THE EDEN OF WETLANDS

Leonardo Noriel López Jiménez



EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE FORMALDEHÍDO DERIVADO DE LA APLICACIÓN DE AEROSOLES EN ESPACIOS INTERIORES

ASSESSMENT OF FORMALDEHYDE CONCENTRATIONS RESULTING FROM THE APPLICATION OF AEROSOLS IN INDOOR AREAS

Erick Francisco Vázquez Alamilla✉, Jesús Daniel Ulloa Contreras, Jesús Javier Ramos Hernández, Lisa Limón Salas Selene Virginia Flores Córdova, Ana Úrsula Rodríguez Metelín, Pablo García Baños & Anahí Guadalupe Bolaina García

Estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería Ambiental de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT); Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86039; Villahermosa, Tabasco; México.

✉ vazquezfrankerick@gmail.com

0000-0001-6273-9634

Como referenciar:

Vázquez Alamilla, E.F.; Ulloa Contreras, J.D.; Ramos Hernández, J.J.; Limón Salas, L.; Flores Córdova, S.V.; Rodríguez Metelín, A.U.; García Baños, P. & Bolaina García, A.G. (2019). Evaluación de las concentraciones de formaldehído derivado de la aplicación de aerosoles en espacios interiores. *Kuxulkab'*, 25(52): 15-21, mayo-agosto. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a25n52.2946>

Disponible en:

<http://www.revistas.ujat.mx>

<http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a25n52.2946>

Resumen

En el presente trabajo se evaluaron las concentraciones de formaldehído por la aplicación de aerosoles en interiores utilizando como referencia de estudio la aplicación de dos aerosoles sanitizantes y uno aromatizante, con la finalidad de evaluar los efectos en la calidad del aire interior. Debido al comportamiento de las concentraciones de formaldehído se optó por un diseño experimental factorial sin réplica, considerando tres niveles: ventilación (ventilado y no ventilado), tiempo de aplicación (3, 5 y 10 seg) y tipo de aerosol. El diseño constó de 18 experimentos que fueron realizados en condiciones similares de volumen y ubicación. Se comprobó que los aerosoles aromatizantes no representan peligro con respecto al formaldehído ya que carecen de él. Sin embargo, las concentraciones de formaldehído en la mayoría de los experimentos con sanitizantes si alcanzaron valores que sobrepasan los límites de exposición recomendados por la organización de salud laboral (National Institute for Occupational Safety and Health).

Palabras clave: Formaldehído; Aerosoles; Tóxico; Calidad del aire interior.

Abstract

In the present work, formaldehyde concentrations were evaluated by the application of indoor aerosols using as reference a study on the application of two sanitizer aerosols and a flavoring one in order to assess the effects on indoor air quality. Due to the behavior of formaldehyde concentrations, an experimental fact-without-replication design was chosen, considering three levels: ventilation (ventilated and non-ventilated), application period (3, 5 and 10 seconds) and aerosol type. The design consisted of 18 experiments that were performed under similar conditions of volume and location. It was found that environmental flavoring aerosols do not represent any hazard with respect to formaldehyde concentrations because of the lack of it. However, the formaldehyde concentrations in most of the experiments with sanitizer aerosols do reach values that exceed the recommended exposure limits by the National Institute for Occupational Safety and Health.

Keywords: Formaldehyde; Aerosols; Toxic; Indoor air quality.

La vida actual ha provocado cambios significativos en los hábitos y las actividades de las personas. Según la "Environmental Protection Agency (EPA)" las personas pasan aproximadamente el 90 % de su tiempo en interiores (casas, escuelas, oficinas, centros comerciales, etcétera); dichos cambios muchas veces son motivados por la inseguridad en las calles. Sin embargo, ¿estamos seguros dentro de estos espacios cerrados?

Si pensamos en la delincuencia podríamos suponer que existe menor probabilidad de que nos suceda algún evento, pero existe otro riesgo, el riesgo a la salud, si de manera inconsciente estamos sometidos a niveles de concentración altos de contaminantes nocivos o tóxicos, como el formaldehído, dentro de estos sitios. El formaldehído (HCHO) es usado en varios procesos industriales por su acción como conservador, sanitizante o biocida (Salthammer, Mentese & Marutzky, 2010); por lo cual se encuentra presente en productos para el hogar, oficina y ambientes interiores, como ejemplo los aerosoles aromatizantes y sanitizantes. Más de 30 millones de toneladas de formaldehído representó, para el 2010, el consumo mundial para una variedad de productos (Kowatsch, 2010).

Dicho compuesto (HCHO) se ha encontrado en el aire residencial interior en niveles que exceden los estándares ocupacionales. Esto se debe a las bajas tasas de intercambio de aire en el ambiente interior. Además, se acumula donde haya agua en el ambiente interior debido a su solubilidad (Salthammer *et al.*, 2010). Esto ha provocado una gran preocupación debido a sus efectos adversos para la salud, por lo tanto, es esencial determinar los límites de seguridad a la exposición humana.

Efectos a la salud por la exposición

Rosales-Castillo y colaboradores (2001) explican que existe una toxicidad mayor en las sustancias que se encuentran en forma de aerosol que los compuestos en forma de gas, indicando que, probablemente se deba a que dichos compuestos en estado gaseoso son expulsados de las vías respiratorias con mayor facilidad en comparación con los aerosoles que se absorben o depositan en las vías respiratorias más fácilmente.

El formaldehído puede causar mortalidad perinatal, incremento de la susceptibilidad a infecciones y síntomas neurológicos (Ballesteros & Daponte, 2011). El estudio como posible carcinógeno comenzó en 1980 cuando se informó sobre la carcinogenicidad en ratas y ratones después de una exposición prolongada a la inhalación (Swenberg, Kerns, Mitchell, Gralla & Pavkov, 1980; Kerns, Pavkov, Donofrio, Gralla & Swenberg, 1983).

En estudios posteriores realizados también en ratones, se demostró que el HCHO presenta una marcada respuesta mutagénica y genotóxica (Soria, Molina, Pérez, Gutiérrez & De la Teja, 2005). En ese mismo año, estudios en humanos demostraron que se presenta un aumento en el entrecruzamiento de proteínas de ácido desoxirribonucleico (ADN) en trabajadores expuestos al contaminante, hallazgos observados también en los estudios en ratas de laboratorio y monos (Cogliano, Grosse, Baan, Straif, Secretan, Ghissassi & The Working Group for Volume 88, 2005).

«El formaldehído es un gas a temperatura y presión ambiente que emite un olor irritante; además este compuesto da origen a la 'formalina' la cual es una solución acuosa (de formaldehído) con que se conservan especímenes biológicos»

Lawrence, (2003, pp. 267); (2014, pp. 245)

Se han realizado estudios epidemiológicos a nivel mundial, que han demostrado una proporción causal entre exposición al formaldehído y cáncer en seres humanos. En ellos se ha observado un incremento en el riesgo de cáncer nasofaríngeo, nasosinusal y linfohematopoyético (Cogliano *et al.*, 2005).

Adicionalmente en el Programa Nacional de Toxicología de los Estados Unidos, se tienen evidencias relacionadas con el riesgo de leucemia mieloide, con altos niveles de exposición al HCHO, ya sea por concentración o por la duración de la exposición. Con menor frecuencia se observó riesgo de cáncer en otras regiones como: cabeza, cuello, cavidad bucal y laringe.

Idrobo-Ávila, Vasquez-López & Vargas-Canas, (2017) informan que en el año 2006, la "International Agency for Research on Cancer (IARC)" y la Organización Mundial de la Salud (OMS) publican la clasificación del formaldehído, en la que se considera dentro de las sustancias carcinogénicas en humanos. De la misma forma, la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés) y el Programa Nacional de Toxicología de los Estados Unidos (NTP) concluyen que los estudios epidemiológicos en humanos han demostrado que la exposición al HCHO produce cáncer nasofaríngeo, nasal, paranasal y leucemia mieloide.

Límites de exposición al formaldehído

Según el Departamento de Salud de Nueva Jersey, en el 2010, algunas organizaciones que incluyen al formol (solución comercial de formaldehído y agua) dentro de la lista de sustancias peligrosas, han establecido los siguientes límites de exposición laboral (Idrobo-Ávila *et al.*, 2016):

- El límite de exposición permisible establecido por la "Occupational Safety and Health Administration (OSHA)" es de 0.75 partes por millón (ppm) como promedio durante un turno laboral de ocho horas, y un límite máximo de exposición laboral de 2 ppm, que no debe excederse por periodos superiores a 15 minutos.
- El límite de exposición recomendado por el "National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)" es de 0.016 ppm como promedio durante un turno laboral de 10 horas, y de 0.1 ppm, que nunca debe excederse en periodos mayores de 15 minutos. Las concentraciones de 100 ppm son inmediatamente peligrosas para la vida y la salud.
- El NIOSH considera las concentraciones de 20 ppm de formaldehído como inmediatamente peligrosas para la salud. El valor límite umbral establecido por la "American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)"



(2019). Fuente: pixabay.com
<https://pixabay.com/es/photos/aerosol-noche-cuadro-549085/>

es de 0.3 ppm, concentración riesgosa, que bajo ninguna circunstancia debe excederse.

Resultados de un caso de estudio

Debido a que la población tiene un uso inconsciente de productos que contienen formaldehído (HCHO) como los aerosoles, aunado a que podría ser frecuente, entonces es probable que tengan una exposición importante a dicho componente. Además, dependiendo del tiempo de aplicación, se puede ocasionar un aumento en la concentración del HCHO.

En una encuesta realizada a 200 personas con el propósito de comprobar que los aerosoles son parte del uso cotidiano de la población ya sea en sus hogares, oficinas, centros de trabajo y entre otros lugares más, en la cual se preguntó la frecuencia con la que se utilizaba, se obtuvo que el 64.3 % sí utilizaba algún producto en aerosol, de los cuales el 66.9 % lo utilizaba en forma de aromatizante, el 73.4 % lo aplica en habitaciones, 29 % lo utilizaba tres veces por semana y el 35 % de las personas lo aplican con un tiempo de duración de 3 y 5 segundos.

Estos resultados motivaron al desarrollo de un experimento para evaluar las concentraciones de formaldehído en interiores por uso de aerosoles como sanitizante y aromatizante, con el fin de informar a la población acerca de los riesgos a la salud que podría ser provocada por su exposición.

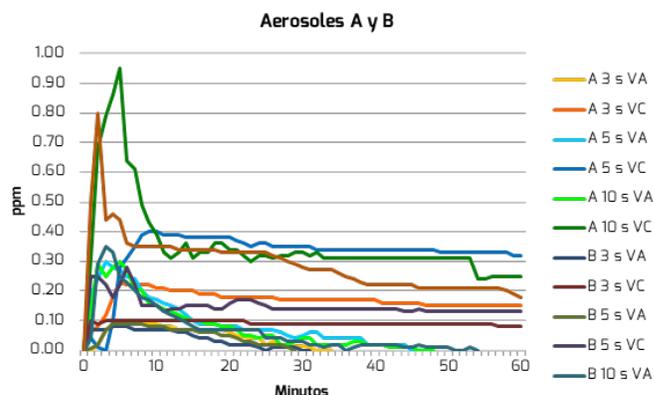
De esta manera se espera un uso consiente de estos productos que contribuya a una mejor calidad de vida y un ambiente más sano.

Para la realización del experimento, se seleccionaron tres productos comerciales que contenían este compuesto químico en forma de aerosol, dos de los tres productos que se utilizaron para el estudio se utilizan como sanitizantes (A y B) y uno de ellos solo se utiliza solo como aromatizante (C).

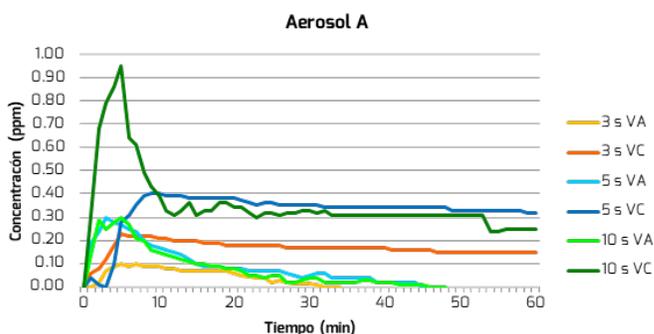
Para evaluar los efectos en la calidad del aire interior debido al comportamiento de las concentraciones de formaldehído se optó por un diseño experimental factorial sin réplica, considerando tres niveles: ventilación (ventilado y no ventilado), tiempo de aplicación (3, 5 y 10 segundos) y tipo de aerosol (A, B y C). El diseño consta de 18 experimentos que fueron realizados en condiciones similares de volumen y ubicación. Además fueron considerados como variables de estudio el valor máximo alcanzado por el contaminante, y tiempo de estabilización de los niveles de formaldehído. El monitoreo se realizó de manera continua con el equipo DT9881 equipado con un sensor electroquímico que requiere menos de 30 segundos para una medición.

En el gráfico 1 se muestra el comportamiento general del formaldehído en interiores por la aplicación de aerosoles. Para cada experimento se observó la misma tendencia. Casi instantáneamente después de la aplicación del producto la concentración del contaminante alcanza su nivel máximo. Las concentraciones de HCHO disminuyen en etapas; en la primera los niveles comienzan a bajar rápidamente, posteriormente ésta disminución se hace más lenta a medida que pasa el tiempo, haciendo que se prolongue el lapso para regresar a la concentración inicial (concentración de fondo). Consecuentemente, la exposición al contaminante, podría demorar incluso varias horas.

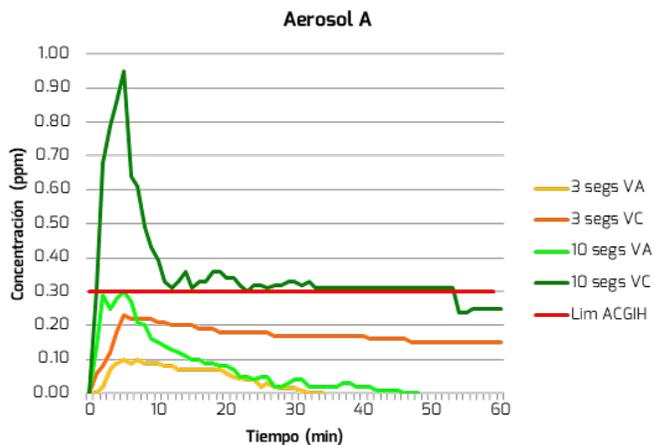
Las gráficas 2 y 3, muestran las concentraciones de formaldehído alcanzadas por la aplicación de los aerosoles A y B respectivamente (con ventanas abiertas y cerradas) de los primeros 60 minutos de monitoreo. Se observa una diferencia evidente entre las concentraciones alcanzadas por los distintos tiempos de aplicación del producto y por la ventilación, así como la disminución en la rapidez con la que bajan los niveles de HCHO, lo cual se aprecia más en los experimentos con ventanas cerradas, donde se observa que después de 60 minutos aún se encuentra lejos de la concentración de fondo, o sea, que la exposición ha sido muy prolongada (crónica), y por lo tanto, los efectos podrían ser muy perjudiciales para la salud.



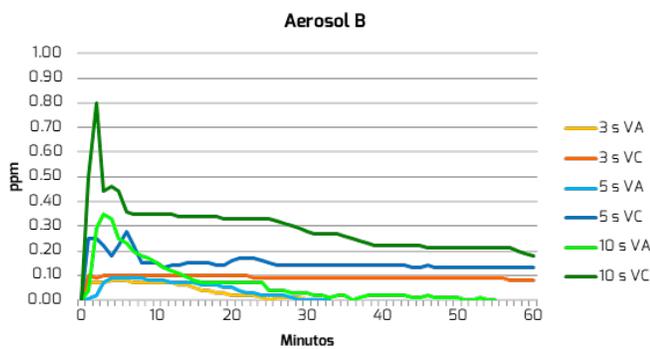
Gráfica 1. Comportamiento general del formaldehído por la aplicación de aerosoles.



Gráfica 2. Concentración de formaldehído por emisión del aerosol A.



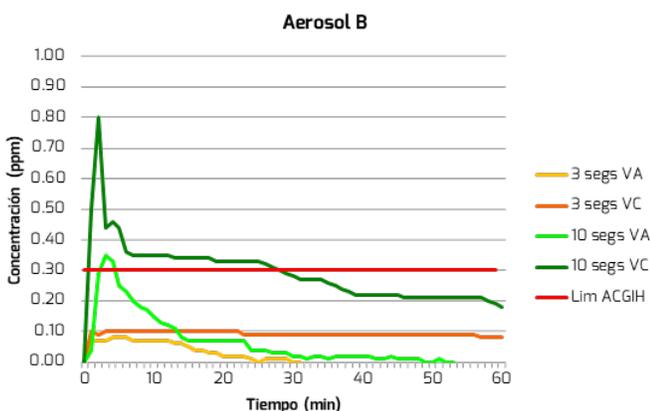
Gráfica 2.1. Concentración por aplicación moderada y extrema de aerosol A, evaluadas con el límite establecido por la ACGIH.



Gráfica 3. Concentración de formaldehído por emisión del aerosol B.

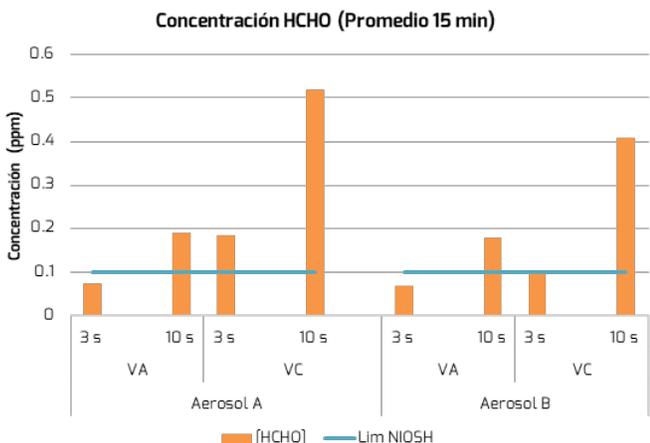
Nótese cómo el valor de la derivada se hace cada vez más cercano a cero, lo que nos permitiría calcular el tiempo de retorno; sin embargo, para este estudio nos interesa evaluar las concentraciones, para ello se utilizan dos límites de exposición recomendados por instituciones de salud laboral: el límite umbral establecido por la ACGIH de 0.3 ppm, que bajo ninguna circunstancia debe excederse, así como el límite de exposición recomendado por el NIOSH de 0.1 ppm, que no debe excederse en periodos mayores de 15 minutos (Idrobo-Ávila *et al.*, 2016).

En las gráficas 2.1 y 3.1 se analizan las concentraciones originadas por los aerosoles A y B respectivamente, con respecto al límite establecido por la ACGIH, tomando en cuenta solo los experimentos con tiempo de aplicación moderado y extremo (3 y 10 segundos) para una mejor apreciación. Con respecto al aerosol A, se observa que para el experimento más moderado (3 segundos) con ventanas abiertas y cerradas no rebasa el límite recomendado por la ACGIH y pareciera no ser peligroso; sin embargo, el tiempo de retorno a la concentración de fondo es de más de 30 minutos para ventanas abiertas y para ventanas cerradas los primeros 60 minutos no fueron suficientes para regresar a la concentración de fondo.



Gráfica 3.1. Concentración por aplicación moderada y extrema de aerosol B, evaluadas con el límite establecido por la ACGIH

Mientras que, para el experimento más extremo (10 segundos) con ventanas abiertas, la concentración alcanza el valor del límite sin rebasarlo, pero tarda 50 minutos en regresar a la concentración de fondo, pero con ventanas cerradas se observa un aumento violento en la concentración del contaminante, casi de 1 ppm; lo que podría indicar una señal de alerta, ya que además, la concentración permanece por encima del límite ACGIH durante más de 50 minutos, se puede deducir que el tiempo de retorno será aún más lento que en todos los demás experimentos realizados.



Gráfica 4. Evaluación de la concentración HCHO con respecto al límite recomendado por el NIOSH.

Por su parte, en el gráfico 3.1 se observa que las concentraciones de formaldehído originadas por el aerosol B siguen exactamente la misma tendencia en cuanto a comportamiento y velocidad de disminución de contaminación que el aerosol A; sin embargo, existe una pequeña diferencia entre los valores, ya que para este experimento se presentaron niveles inferiores. Se cree que este comportamiento se debe a la calidad del producto en virtud del proceso de elaboración de los diferentes fabricantes.

La gráfica 4 muestra la evaluación del promedio de los primeros 15 minutos de monitoreo para ambos aerosoles, por ser, éste, el periodo en el que se presentan



Fotografía 1. Aplicación de aerosol en el área de estudio (salón de clases).

los valores más altos de contaminación por HCHO y se analizan tomando como referencia el límite de exposición recomendado por el NIOSH. Se aprecia claramente una gran diferencia entre las concentraciones al aumentar el tiempo de aplicación del producto. Al comparar los experimentos con ventilación, se observa que ésta aumenta el doble con cambiar el tiempo de empleo del producto de 3 a 10 segundos y, se triplica con tan solo cerrar las ventanas. En la gráfica se hace evidente que el uso de estos productos debe ser moderado (2-3 segundos) y con ventilación.

El aerosol C (tipo aromatizante), no elevó las concentraciones de formaldehído, por lo que no fue tomado en cuenta en nuestros resultados; el HCHO se caracteriza por sus propiedades que le permiten actuar como biosida, la función principal del aromatizante no es esa, por lo que no requiere contener formaldehído; sin embargo, se debe analizar estos productos con respecto a otros posibles contaminantes como las partículas, ya que estos productos funcionan con partículas más pequeñas de manera que puedan permanecer más tiempo suspendidas para así cumplir con el objetivo de aromatizar el área por algunas horas.

Los resultados obtenidos han permitido conocer las concentraciones de formaldehído (HCHO) a las que la población se encuentra expuesta al aplicar aerosoles

sanitizantes por diferentes tiempos de aplicación y en diferentes condiciones de ventilación. Se comprobó que los aerosoles aromatizantes no representan peligro con respecto al HCHO ya que carecen de él.

Las concentraciones de HCHO en la mayoría de los experimentos alcanzan valores que sobrepasan los límites de exposición recomendados por organizaciones de salud laboral como el NIOSH y la ACGIH. El valor máximo de concentración se logra observar casi instantáneamente después de aplicar el producto, así mismo, altas concentraciones se mantienen elevadas por periodos prolongados lo que implica un gran riesgo para la salud de los expuestos debido a que el lapso de retorno a las concentraciones de fondo puede ser bastante duradero, dependiendo de las condiciones de ventilación del lugar y del tiempo de aplicación.

El formaldehído está considerado como sustancia probablemente cancerígena por la "International Agency for Research on Cancer (IARC)", por lo que su presencia en productos de uso ocupacional, así como en el hogar, debería considerarse como un grave peligro para la población expuesta.

Es una sustancia tóxica, por lo que, la exposición debe reducirse al máximo (Idrobo-Ávila *et al.*, 2016) debido a que la exposición crónica está asociada a síntomas respiratorios y sensibilidad alérgica, especialmente en los niños (Marta, Blanco & García, 2010).

Referencias

- Ballesteros Arjona, V. & Daponte Codina, A.** (2011). *Calidad del aire interior*, (p. 132). España: Junta de Andalucía; Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía (OSMAN); Unión Europea. Consultado el 10/feb/2019 en «http://www.osman.es/download/guias/osman/cai_osman.pdf»
- Cogliano, V.J.; Grosse, Y.; Baan, R.A.; Straif, K.; Secretan, M.B.; El Ghissassi, F. & The Working Group for Volume 88.** (2005). Meeting Report: Summary of IARC Monographs on Formaldehyde, 2-Butoxyethanol, and 1-tert-Butoxy-2-Propanol. *Environmental Health Perspectives*, 113(9): 1205-1208. Recovered from «<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1280402/>»
- EPA (Environmental Protection Agency).** (1998) A comparison of indoor and outdoor concentrations of hazardous air pollutants. *Inside IAQ. EPA's Indoor Air Quality Research Update*.
- IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans.** (2006). *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*; (Vol. 88; p. 478). Lyon, France: World Health Organization International Agency for Research on Cancer. Recovered from «https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK326468/pdf/Bookshelf_NBK326468.pdf»
- Idrobo-Ávila, E.H.; Vasquez-López, J.A. & Vargas-Canas, R.** (2017). La exposición ocupacional al formol y la nueva tabla de enfermedades laborales. *Revista Salud Pública*, 19(3): 382-385. DOI «<http://dx.doi.org/10.15446/rsap.v19n3.47740>»
- Kerns, W.D.; Pavkov, K.L.; Donofrio, D.J.; Gralla, E.J. & Swenberg, J.A.** (1983). Carcinogenicity of formaldehyde in rats and mice after Long-Term inhalation exposure. *Cancer Research*, 43(9): 4382-4392. Recovered from «<https://cancerres.aacrjournals.org/content/43/9/4382.full-text.pdf>»
- Kowatsch, S.** (2010). Formaldehyde. In: Pilato, L. (Edit.); *Phenolic Resins: A Century of Progress*; (pp. 25-40). Heidelberg, Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Recovered from: «http://www.ciando.com/img/books/extract/3642047149_lp.pdf»
- Lawrence, E.** (Comp.). (2014). *Diccionario de Biología*; (Trad. Henderson's Dictionary of Biology; p. 622). México: Editorial Trillas. ISBN 978-607-17-2057-3
- Lawrence, E.** (Edit.). (2003). *Diccionario Akal de Términos Biológicos*; (12^{va} Ed.; Henderson's Dictionary of Biological Terms; R. Codes Valcarce & Fco. J. Espino Nuño, Trad.; p. 688). Madrid, España: Ediciones Akal. ISBN 84-460-1582X.
- Marta Morales, I.; Blanco Acevedo, V. & García Nieto, A.** (2010). *Calidad del aire interior en edificios de uso público*; (p. 92). Madrid, España: Dirección General de Ordenación e Inspección; Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.
- Rosales-Castillo, J.A.; Torres-Meza, V.R.; Olaiz-Fernández, G. & Borja-Aburto, V.H.** (2001). Los efectos agudos de la contaminación del aire en la salud de la población: evidencias de estudios epidemiológicos. *Salud Pública de México*, 43(6): 544-555. Recuperado de «<http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v43n6/7530.pdf>»
- Salthammer, T; Mentese, S. & Marutzky, R.** (2010). Formaldehyde in the Indoor Environment. *Chem. Rev.*, 110(4): 2536-2572. DOI «<https://doi.org/10.1021/cr800399g>»
- Soria Hernández, M.A.; Molina Frechero, N.; Pérez López, I.; Gutiérrez Castellón, P. & De la Teja Ángeles, E.** (2005). Comparación mutagénica y genotóxica de formocresol, cresol, formaldehído y glutaraldehído. *Acta Pediátrica de México*, 26(4): 190-195. Recuperado de «<https://www.medigraphic.com/pdfs/actpedmex/apm-2005/apm054e.pdf>»
- Swenberg, J.A.; Kerns W.D.; Mitchell, R.I.; Gralla, E.J. & Pavkov, K.L.** (1980). Induction of squamous cell carcinomas of the rat nasal cavity by inhalation exposure to formaldehyde vapor. *Cancer Research*, 40(9): 3398-3402. Recovered from «<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7427950>»



FOMENTO Y PERMANENCIA DE NUESTRAS TRADICIONES: ALTARES DE DÍA DE MUERTOS.
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez (Coordinación de Difusión Cultural y Extensión de la DACBioI).

«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBIol



INSTALACIONES DEL «HERBARIO UJAT»

División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: José Francisco Juárez López.



KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

☎ +52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415
✉ kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com
🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.
Villahermosa, Tabasco. México.

