



ISSN 2448-508X

KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen 24

Número 50

Septiembre-Diciembre 2018

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas



« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »



VISTA AÉREA DE LAS INSTALACIONES DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS (DACBioI).
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Alma Deysi Anacleto Rosas, José Ángel Gaspar Génico y CECOM (UJAT).



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 Margulís
Coordinador de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

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

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

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

COMITE 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:

Conflictos ambientales y faunísticos: el quehacer y su estudio en la DACBioI.

Diseño de:

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

Fotografías de:

Imágenes de cortesía y obtenidas de www.pixabay.com.

KUXULKAB', año 24, No. 50, septiembre-diciembre 2018; es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). 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: 04 de septiembre del 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI 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 este número 50 (septiembre-diciembre, 2018) de **KUXULKAB'**, se presentan cuatro interesantes artículos, principalmente y en su mayoría, relacionados a temas importantes dirigidos al estudio del impacto ambiental, el cambio climático y la interacción faunística. A continuación, brindamos una corta reseña sobre las aportaciones expuestas en este número de la revista.

«*Calidad del aire en la cafetería principal de la División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT*»; aportación donde se hace mención sobre las concentraciones de los contaminante, el impacto en la salud y como puede esto afectar el rendimiento de los estudiantes.

«*Impactos ambientales de la energía eólica*»; en dicho documento se analizan los efectos negativos respecto al aprovechamiento de la energía eólica, sobre todo si las instalaciones no se planean con una visión sustentable hacia su entorno.

«*Estudio de las interacciones humano-fauna silvestre en Tabasco*»; escrito donde se expone, de forma general, el estudio de las interacciones humano-fauna, haciendo alusión a la falta de trabajos enfocados a tal problema pero desde una perspectiva socioambiental.

«*8^{vo} Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático, sede Península*»; material donde se describe las características de dicho evento realizado a nivel nacional, en este caso, teniendo la representatividad local la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol).

Siempre es grato tener la oportunidad de reconocer el interés de la comunidad en considerarnos como un espacio para compartir sus resultados, reflexiones e ideas, siendo objetivos al fortalecimiento de la divulgación científica. Además, este trabajo solo es posible gracias a la labor de los profesores e investigadores que nos apoyan en la revisión y dictamen del material que nos hacen llegar, con el fin de garantizar la calidad de nuestra revista. De la misma forma reiteramos el agradecimiento al grupo editorial, su apoyo profesional es lo que nos permite mantener nuestra publicación.

Cabe señalar, que con más de dos décadas del decidido impulso que las autoridades de la División Académica de Ciencias Biológicas dan a **KUXULKAB'**, ratificamos nuestra invitación a utilizar esta plataforma de divulgación para compartir la información que, desde cada una de sus áreas de trabajo generan día a día.

Lilia María Gama Campillo
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

Rosa Martha Padrón López
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

Contenido

CALIDAD DEL AIRE EN LA CAFETERÍA PRINCIPAL DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS-UJAT 05-13

AIR QUALITY OF THE MAIN CAFETERIA AT DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS-UJAT

Jhonnatan del Jesús García Ricárdez & Elizabeth Magaña Villegas

IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ENERGÍA EÓLICA 15-22

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF WIND ENERGY

Geovanni Hernández Galvez, Liliana Pampillón González & Lianys Hernández Almenares

ESTUDIO DE LAS INTERACCIONES HUMANO-FAUNA SILVESTRE EN TABASCO 23-30

STUDY OF HUMAN-WILDLIFE INTERACTIONS IN TABASCO

Luis Enrique Heredia Montes, Elías José Gordillo Chávez & Claudia Villanueva García

8^{VO} CONGRESO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CAMBIO CLIMÁTICO, SEDE PENÍNSULA 31-35

8TH NATIONAL CONGRESS OF RESEARCH ON CLIMATE CHANGE, PENINSULA HEADQUARTERS

Lilia María Gama Campillo & Rosa Martha Padrón López

CALIDAD DEL AIRE EN LA CAFETERÍA PRINCIPAL DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS-UJAT

AIR QUALITY OF THE MAIN CAFETERIA AT DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS-UJAT

Resumen

Los estudios de calidad del aire en espacios cerrados en instituciones educativas son relevantes porque brindan información sobre las concentraciones de los contaminantes, su impacto en la salud, y el rendimiento de los estudiantes. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del aire con base a los contaminantes: material particulado y monóxido de carbono, además de parámetros de confort, los cuales se midieron dentro de la cafetería durante ocho horas diarias por cuatro semanas. Posteriormente, fueron comparados con las normas mexicanas y estándares internacionales. Adicionalmente, se realizó una encuesta a estudiantes para evaluar su percepción sobre la calidad del aire. Se obtuvo que los contaminantes se elevan peligrosamente durante la cocción. El material particulado se mantuvo por encima de los límites máximos permisibles durante todo el día. La mala ventilación favoreció la acumulación de contaminantes. El 66% de los encuestados percibieron que existe mala calidad del aire.

Palabras clave: Contaminación; Parámetros de confort; percepción.

Abstract

Studies about indoor air quality in educational institutions are relevant because they give information on pollutants concentrations, health impact and performance of the students. The aim of this study was to assess air quality based on pollutants: particle matter and carbon monoxide as well as comfort parameters which were measured inside the cafeteria during eight hours a day for four weeks. Then they were compared with Mexican and international standards. Additionally, a quiz for students was carried out to evaluate their perception on the air quality. The study found that pollutants increase dangerously during cooking. Particle matter remained above maximum permissible limits during the whole day. Poor ventilation favored accumulation of pollutants. 66 % of surveyed students perceived that there is a bad air quality.

Keywords: Pollution; Comfort parameters; Perception.

Jhonnatan del Jesús García Ricárdez^{1✉} & Elizabeth Magaña Villegas²

¹Egresado de la Licenciatura en Ingeniería Ambiental de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiología), Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Colaborador del proyecto «Variabilidad climática en la región costa Norte de Jalisco del Centro Universitario de la Costa (CUC), Universidad de Guadalajara (UDG). ²Licenciada en Física por la UJAT y Maestra en Ingeniería con especialidad en Sistemas Ambientales por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Actualmente profesora-investigadora y con LGAC en simulación de sistemas ambientales, así como tecnologías de prevención y control de la contaminación en la DACBiología-UJAT.

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

✉ jhonnatanricardez94@gmail.com

 0000-0003-4857-273X

 0000-0003-1373-5703

Como referenciar:

García Ricárdez, J.J. & Magaña Villegas, E. (2018). Calidad del aire en la cafetería principal de la División Académica de Ciencias Biológicas. *Kuxulkab'*, 24(50): 05-13, septiembre-diciembre. DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a24n50.2416>

Disponible en:

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

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

DOI: <https://doi.org/10.19136/kuxulkab.a24n50.2416>

La evidencia epidemiológica sobre la exposición a material particulado y los efectos adversos a la salud, establece una relación que incluye desde problemas respiratorios leves hasta la disminución de la función pulmonar, asma e infarto al miocardio y la mortalidad (Katsoyiannis & Bogdal, 2012; Gao, Zhang, Kamijima, Sakai, Khalequzzaman, Nakajim, Shi, Wang, Chen, Ji, Han & Tian, 2014; Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 2014;). La contaminación del aire, no se da exclusivamente en el ambiente exterior; en estudios recientes se ha demostrado que la calidad del aire en espacios cerrados tales como casas, escuelas, vehículos, oficinas, entre otros, pueden presentar concentraciones altas de partículas, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) entre otros contaminantes; incluso en concentraciones mayores que las generadas por los procesos industriales, las emisiones de automóviles, etcétera, que alteran las concentraciones de gases en la atmósfera y que provocan la contaminación exterior (Chen, Zhou, Kan & Zhao, 2013; Vuković, Urošević, Razumenić, Kuzmanoski, Pergal, Škrivanj, & Popovic, 2014).

La contaminación interior es provocada por la combinación de diversos factores biológicos, físicos, químicos, como también una inadecuada ventilación. La utilización de bactericidas, jabones, agua con altas temperaturas, pisos con polvo, mascotas y una mala circulación del aire posibilitan el desarrollo de un entorno poco confortable para las personas (Díaz, Gutiérrez, Gutiérrez, González, Vidal, Zaragoza & Calderón, 2010) y, considerando que las personas pasan la mayor parte del tiempo de sus vidas en estos espacios, las hace vulnerables a la exposición frecuente de altos niveles de contaminantes, siendo un determinante esencial de la vida sana y el bienestar de las personas. Además, las concentraciones de los contaminantes a lo largo del día pueden variar debido a las fuentes presentes y la intensidad con la que se realicen las actividades (Lee, Guo, Li & Chan, 2002).

Las fuentes que afectan la calidad del aire en espacios cerrados son la climatización, materiales de construcción, mobiliario, actividades humanas y la resuspensión (Qian, Peccia & Ferro, 2014; Poon, Wallace & Lai, 2016), siendo la cocina, la principal fuente generadora, debido a los procesos de combustión de los diferentes métodos de cocción. En este sentido, usar la estufa (freír, asar, tostar), el fumar o el uso de calentadores, pueden elevar los niveles de concentración del número de partículas submicrométrico interior en más de cinco veces. El material particulado no es el único contaminante generado durante la cocción, ya que una combustión incompleta de combustible, aceites y alimentos emiten varios compuestos inorgánicos y orgánicos, incluyendo algunos con características mutagénicas y carcinógenas (See & Balasubramanian, 2008).

Investigaciones previas encontraron que los niveles más altos de monóxido de carbono (CO) se presentan durante los procesos de cocción de alimentos (Lee, Li, & Ao 2002) y en el uso de electrodomésticos (Téllez, Rodríguez & Fajardo, 2006). Así mismo, las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) siempre son menores antes de comenzar la preparación de alimentos (Wade III, Cote & Yocom, 2012), alcanzando los valores máximos conforme se intensifica la actividad. Por otro lado, los niveles altos de CO₂ son un indicador de una mala ventilación (Lee, Li & Yin, 2001).

«La calidad del aire, en espacios cerrados, es alterada por: la climatización, los materiales en su construcción, así como las actividades humanas; siendo la cocina la principal fuente generadora, esto debido a sus procesos de combustión en la preparación de alimentos»

Es importante destacar que, en el diseño de un edificio, se debería involucrar a las personas que lo ocupan y su sensación de bienestar; siendo uno de los aspectos más importantes a considerar, el confort térmico. Al respecto, Catalán-Vazquez y colaboradores (2009) afirman que la percepción de los ocupantes sobre la mala calidad del aire interior, generalmente, es asociado con los trastornos en la salud respiratoria y la sensación de bienestar.

Un aire saludable al interior de las escuelas es una condición básica que influye en el desempeño de los estudiantes. La evidencia científica manifiesta que las aulas y otros espacios de las escuelas representan a veces ambientes peligrosos (Braníš, Řezáčová & Domasová, 2005); sin embargo, en la mayoría de las ocasiones las autoridades, profesores y los estudiantes, no son conscientes que esta situación pone en riesgo su salud.

En este sentido, debido a que la cafetería principal de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL), de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), es un lugar que podría comprometer la salud de sus visitantes, esto por las altas concentraciones de contaminantes ahí generados. Por lo tanto, se realizó un estudio para evaluar la calidad del aire con base a material particulado menor a diez micrómetros (PM_{10}), CO y los parámetros de confort, CO_2 , temperatura y humedad relativa. Así mismo, con el propósito de determinar el grado de conciencia de los estudiantes sobre la contaminación al interior de la cafetería, se realizó una encuesta que permitió identificar su percepción sobre la calidad del aire dentro de la misma.

El estudio

La investigación se llevó a cabo en la cafetería principal de la DACBIOL, la cual cuenta con un área aproximada de 247 m² que comprende la cocina y el comedor (figura y fotografía 1). La cocina está equipada con estufa de gas de cuatro quemadores, una plancha de gas, una barra caliente y horno de microondas; sin embargo, no cuenta con extractor de aire. Los alimentos que se elaboran utilizan diferentes métodos de cocción (métodos humeantes, olla caliente y fritura). La cocina y el comedor se encuentran comunicados mediante una puerta de dimensiones 0.9 m (largo) x 2.0 m (ancho), que permanece mayormente abierta. El comedor está provisto de dos aires acondicionados y dos ventiladores que estuvieron funcionando durante todo el estudio. Cuenta con una puerta de acceso y ocho ventanas, las cuales se mantuvieron cerradas durante el estudio. Los datos se obtuvieron al interior de la cafetería en el área correspondiente al comedor en un punto cercano a la cocina.

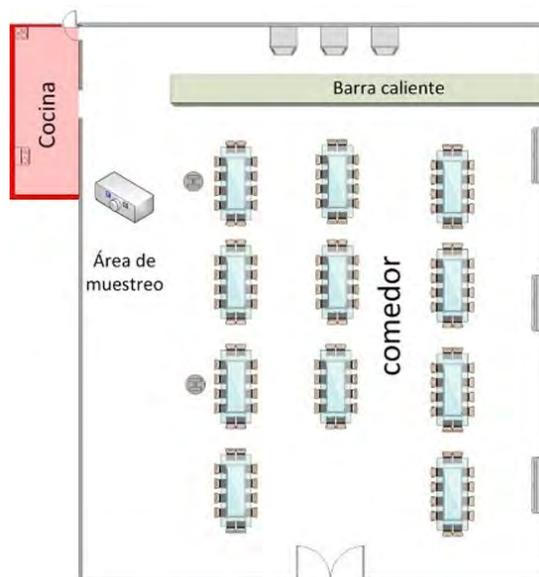


Figura y fotografía 1. Características de la cafetería principal de la DACBIOL.



Fotografía 2. Equipo de muestreo (Monitor 3M™ Serie EVM-07).

Cuadro 1. Resumen estadístico de las concentraciones estudiadas.

Contaminante	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
	Prom.	Min.	Max.	Prom.	Min.	Max.	Prom.	Min.	Max.	Prom.	Min.	Max.
CO ₂	2,051	1,198	2,841	2,240	1,385	3,118	1,914	668	3,181	1,971	994	3,469
PM ₁₀	119	46	279	189	29	1433	132	36	440	158	21	611
CO	4	1	15	6	3	21	6	0	41	6	1	31

Las PM₁₀ se midieron con un fotómetro de dispersión de luz de 90° (Monitor 3M™ Serie EVM-07), que contiene adicionalmente, sensores para monóxido de carbono (CO), y dióxido de carbono (CO₂), que se detectan con fotoionización mediante la absorción de luz UV y sensores que miden la humedad relativa y temperatura. Antes de iniciar el monitoreo, el muestreador de aire portátil EVM-07 (fotografía 2) se calibro con un filtro cero.

El instrumento fue colocado a 2.3 m de la puerta y ventana que conectan la cocina y el comedor, a una altura de 1.5 m. Cabe resaltar, que no existe un protocolo que establezca los criterios para la colocación equipo (altura); sin embargo, la mayoría de las investigaciones consultadas recomiendan obtener información con base a la zona de respiración de personas.

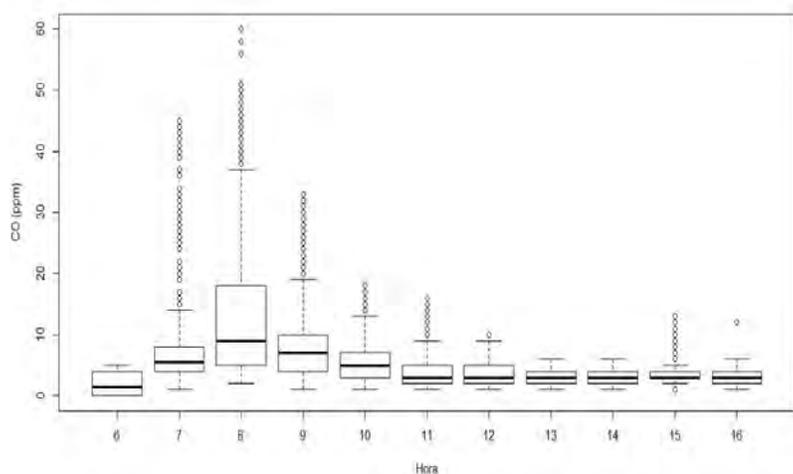
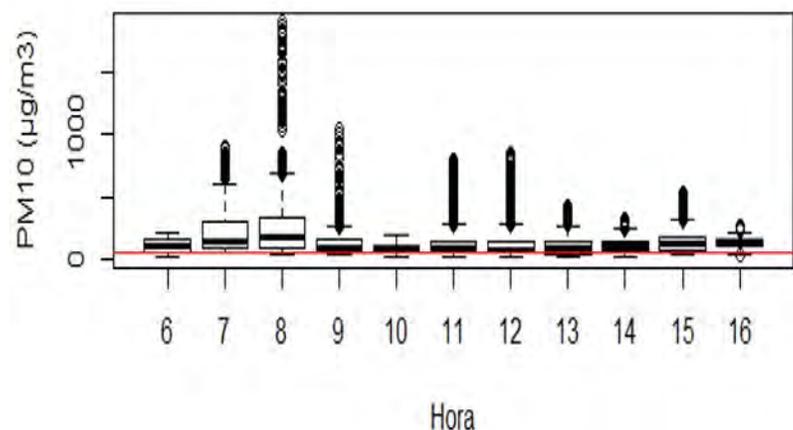
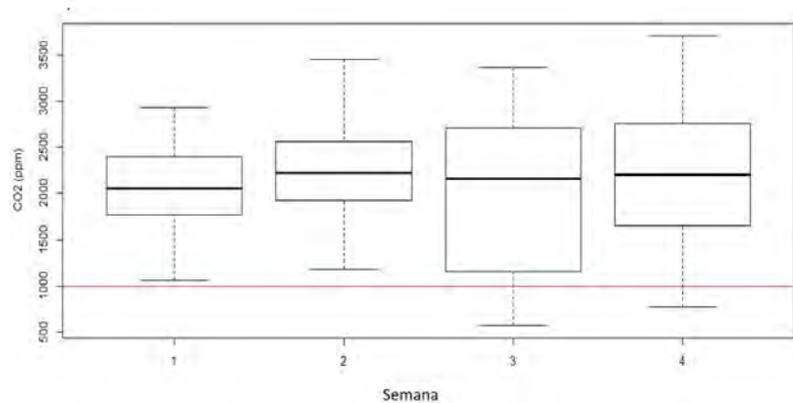
La información se recopiló durante cuatro semanas: dos semanas en periodo de seca y dos semanas en periodo de lluvia durante el 2017, con el propósito de determinar la relación entre la concentración de partículas con respecto al periodo estacionario. Durante todas las semanas se midieron los las PM₁₀, CO y los parámetros de confort (CO₂, humedad relativa y temperatura), en periodos de ocho horas continuas por día, con el objetivo de analizar la evolución temporal durante el tiempo de actividad intensiva de la cafetería, y al mismo tiempo, tener suficiente información para determinar los indicadores de calidad de aire que establecen las normas mexicanas y los estándares internacionales.

Adicionalmente, se registraron las actividades como limpieza y aforo de visitantes, que nos permitieron analizar cualitativamente la calidad del aire.

Los datos registrados por el equipo, para los diferentes parámetros fueron asegurados considerando el protocolo de manejo de datos de la calidad del aire del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), donde se establecen los criterios para la recolección y el almacenamiento de los datos, el aseguramiento y la calidad de la información y el procesamiento de las bases de datos. A partir de la validación de los datos se obtuvieron los promedios horarios de PM₁₀ y dióxido de carbono (CO₂) para evaluar la calidad del aire con base a las normas de referencia de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos ("Environmental Protection Agency-US-EPA") que establece 50 µ/m³ y 1,000 ppm respectivamente en tiempos de exposición de una hora.

Se estimaron los promedios de ocho horas para cada día de muestreo para evaluar la calidad del aire con base a (CO) tomando como referencia la NOM-021-SSA1-1993 (11 ppm en tiempos de exposición de ocho horas). Los valores de humedad relativa y temperatura se compararon con las recomendaciones proporcionadas por la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (por sus siglas en inglés "American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ASHRAE"), 40 a 60 %, y 22.5-26.0 °C, ambas considerando condiciones de verano (AQSIQ, 2002).

Para identificar la evolución temporal, así como la simetría y el sesgo de la información en los parámetros de estudio, se realizaron gráficas de caja considerando sus promedios en cuanto a horarios. El procesamiento estadístico y su representación se realizó con el software estadístico "R studio", programa de código abierto, que funciona a través de un sistema de paquetes y librerías que contienen funciones predefinidas; lo que facilita realizar cálculos estadísticos y gráficos; además de utilizar algunos otros programas de cómputo científico de diversas áreas.

Gráfica 1. Distribución horaria de la concentración de CO a lo largo del día.**Gráfica 2.** Distribución horaria de la concentración de partículas a lo largo del día.**Gráfica 3.** Distribución de las concentraciones de CO₂ semanal.

Por último, se realizó una encuesta a 48 personas (52 % hombres y 48 % mujeres), para identificar su percepción sobre la calidad del aire dentro de la cafetería y como está relacionada con algunos problemas de salud, así como la asociación entre las principales molestias y los contaminantes generados en el interior.

Los resultados y discusión

El resumen estadístico de las concentraciones de los contaminantes atmosféricos estudiados en el interior de la cafetería se muestra en la cuadro 1 donde se pueden apreciar los promedios horarios, máximos y mínimos registrados durante las cuatro semanas de monitoreo.

Evaluación de la calidad del aire con base en PM₁₀, monóxido de carbono y parámetros de confort. La calidad del aire dentro de la cafetería con respecto a las PM₁₀ se clasificó como mala, esto a que sobrepasó los límites permisibles de referencia de la EPA (50 µg/m³) durante casi todo el periodo de estudio, alcanzando valores máximos hasta de 1,433 µg/m³ durante la segunda semana de muestreo (cuadro 1). Por su parte, el CO no sobrepasó la NOM-021-SSA1-1993 (11 ppm en periodo de exposición de ocho horas) y los valores promedio se mantuvieron entre un rango 4 ppm a 6 ppm. El nivel más alto registrado fue 41 ppm, en la tercera semana atribuible a las actividades en la cocina.

Las concentraciones de PM₁₀ y CO variaron a lo largo del día, debido a las fuentes presentes y la intensidad de actividades en la cocina a lo largo del día. Las concentraciones más altas de CO se presentaron siempre durante las primeras horas en la cual la cocción de los alimentos es la actividad predominante, esto debido al uso de gas LP principalmente (gráfica 1). Mientras que las concentraciones promedio horarias (gráfica 2) de PM₁₀ se concentraron entre 72 µg/m³ y 167 µg/m³. Concordando con un estudio de partículas finas y ultra finas generadas por diferentes actividades humanas en interiores; la mayor generación de partículas eran durante las actividades de cocina (Géhin, Ramalho, & Kirchner, 2008).

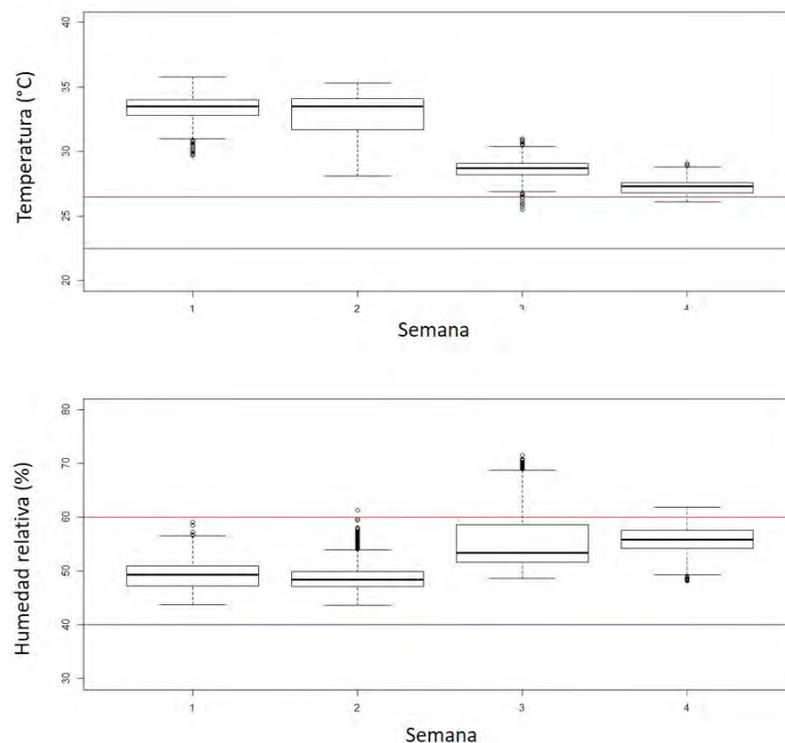
Así mismo, debido a que los métodos de cocción que se utilizan son diferentes para cada alimento, esto influyó directamente en la diferencia de las concentraciones de PM_{10} y monóxido de carbono (CO) que se presentaron a lo largo del día.

La preparación de alimentos es uno de los principales precursores en el aumento de las concentraciones de los contaminantes, al finalizar esta actividad, las concentraciones del CO descienden a niveles de fondo (2-3 ppm). Sin embargo, las PM_{10} , debido a que pueden verse influenciadas por otro tipo de fuentes, como la resuspensión por desplazamiento de las personas, los ventiladores y actividades como la limpieza fuera de los horarios cotidianos como son sacudir y barrer, hizo que su comportamiento no fuera tan definido.

Los valores del dióxido de carbono (CO_2) se encontraron por encima del estándar (gráfica 3) con base a la norma de referencia de la EPA, siendo la semana cuatro la que presenta las concentraciones más altas. Las concentraciones promedio horarias de CO_2 en el área de comedor estuvieron en un rango entre 1,247 ppm y 2,702 ppm alcanzando los valores máximos alrededor del mediodía, debido a la acumulación en el transcurso del día por la mala ventilación y la alta ocupación. Esto concuerda con el estudio realizado en el interior de algunos restaurantes de Hong Kong con diferente estilo de cocina (Lee *et al.*, 2001). El uso de estufas de gas fue un factor que afectó las concentraciones de CO_2 debido a la combustión. Los altos niveles de las concentraciones de dióxido de carbono (CO_2) indicaron que existe insuficiente suministro de aire fresco, en la cafetería.

En la gráfica 4 se muestran los valores medios, mínimos y máximos de los parámetros ambientales interiores de temperatura y humedad relativa dentro de la cafetería, de acuerdo al rango aceptable que establece la ASHRAE (23-26 °C) las temperaturas registradas se encontraron fuera del rango, siendo la semana uno y dos correspondientes al periodo de seca donde se presentaron las temperaturas más altas, no obstante, la semana tres y cuatro a pesar de encontrarse

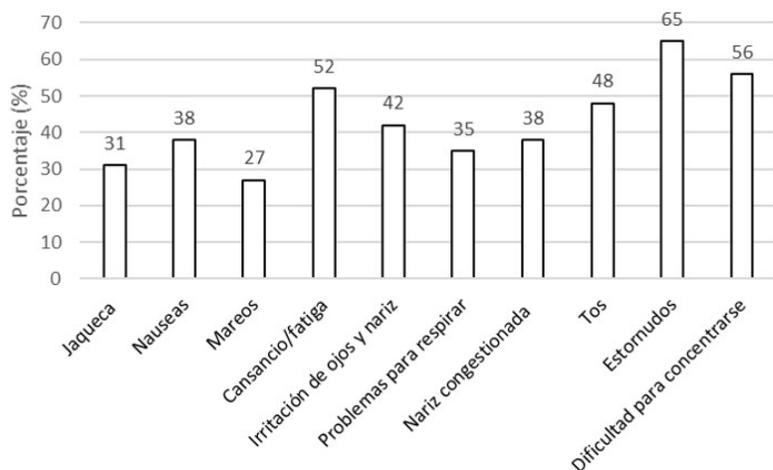
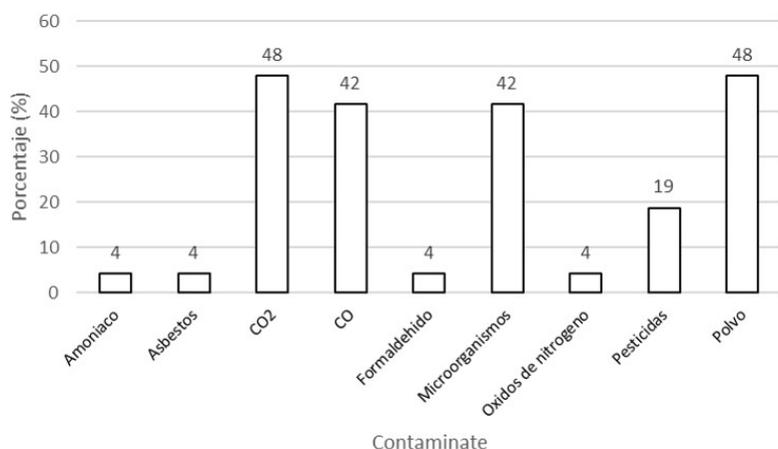
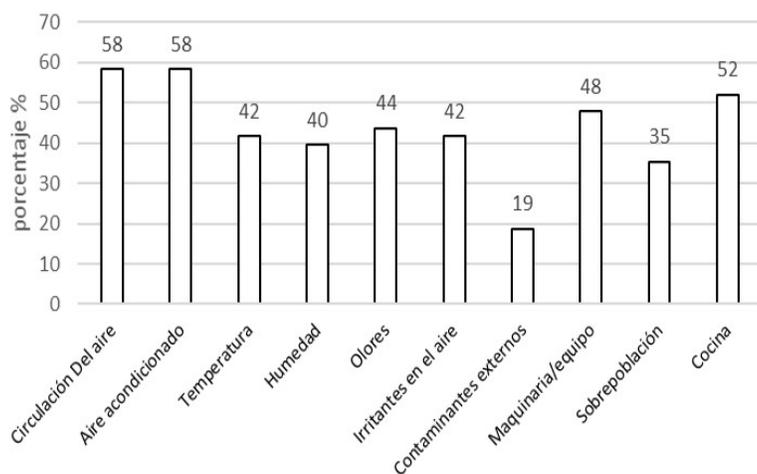
Gráfica 4. Comportamiento semanal de los parámetros de confort (temperatura y humedad relativa).



fuera del estándar de confort presento temperaturas no mayores a 30 °C; Forwood y colaboradores (2006) sugirieron que la temperatura es aceptable en el medio ambiente, esta entre 24 y 30 °C, además que el confort térmico en interiores se generaliza a entornos exteriores sin modificaciones (Spagnolo & de Dear, 2003).

Otro estudio concluyó, que la comodidad con respecto a la temperatura, es mayor en las regiones tropicales, ya que los humanos tienen la capacidad de aclimatarse y consideran aceptable temperaturas menores que 30 °C (Xi, Li, Mochida & Meng, 2012). Por otro lado, la humedad relativa se encontró entre 40 y 60 %, lo que, con base a la "American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)" es aceptable.

Percepción de los visitantes. Derivado del análisis y los parámetros de confort, claramente es apreciable que la cafetería presenta problemas de contaminación en su interior, que podrían tener efectos adversos en la salud de los ocupantes, dependiendo de las concentraciones y los tiempos de exposición. Esta problemática es detectada por la mayoría de los encuestados.

Gráfica 5. Asociación de molestias con la mala calidad del aire dentro de la cafetería.**Gráfica 6.** Percepción sobre los contaminantes presentes dentro de la cafetería.**Gráfica 7.** Factores a los que se atribuye la mala calidad del aire dentro de la cafetería.

El 66 % de los encuestados consideran que existe mala calidad del aire dentro de la cafetería (Sastre, Ramos, Magaña & Carrera, 2015), de los cuales el 50 % fueron mujeres y el 50% fueron hombres. A pesar de la relación que hicieron los encuestados sobre su percepción dentro de la cafetería y las molestias a la salud, la mayoría no lo reconoce como problema personal, ya que el 80 % mencionó no ser afectado por ninguna molestia.

Esta conducta se manifiesta en algunos estudios, en los cuales, se ha demostrado que a pesar de que los encuestados son conscientes de la presencia de problemas de contaminación, consideran no ser afectados o presentar algún tipo de efecto sobre sus personas, esto se considera como una manifestación de invulnerabilidad personal o de suburbios, en la cual los individuos están conscientes de la presencia del daño, pero niegan ser afectados (Catalán *et al.*, 2009).

La gráfica 5 muestra principales asociaciones dentro de la cafetería con algunas molestias a la salud de los visitantes, donde se observó que las principales fueron estornudos (65 %), dificultad para respirar (56 %) así como cansancio y fatiga (52 %). Los problemas respiratorios fueron asociados con la mala calidad del aire por poco menos del 50 % de los encuestados.

La gráfica 6 muestra los resultados de la percepción de los ocupantes de acuerdo a los principales contaminantes que consideraron están presentes dentro de la cafetería, del total de entrevistados el 48% percibe la presencia de CO₂ y polvo, así como también CO. Del total de entrevistados casi el 50 % es consiente sobre la mala calidad del aire que puede haber en interiores, sumando a esto la percepción de los principales aspectos a los que se atribuye (gráfica 7), los individuos atribuyeron en primer lugar la los problemas a la mala circulación y al aire acondicionado (58%), en segundo lugar, la cocina (52%), los olores fueron uno de los principales estímulos para percibir la mala calidad del aire hay que considerar que los olores influyen en la sensación del bienestar o incomodidad de los individuos, la cual provoca variabilidad en la percepción.

Conclusiones

La inadecuada ventilación de la cafetería principal de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioL.UJAT), queda constatada mediante la evolución temporal del dióxido de carbono (CO₂) que sobrepasó el límite de 1,000 ppm cada día de monitoreo a partir de la preparación inicial de los alimentos, aumentando constantemente hasta media tarde; favoreciendo la acumulación de los contaminantes durante los periodos de mayor ocupación.

En particular, las concentraciones horarias de PM₁₀ excedieron los 50 µg/m³ durante casi todo el periodo de estudio con promedios horarios desde 30 µg/m³ hasta 1,433 µg/m³ para el mes de mayo y desde 21 µg/m³ hasta 611 µg/m³ para el mes de septiembre. Los valores mínimos se presentaban al inicio de actividades y aumentaban drásticamente durante la preparación de alimentos y debido al efecto de acumulación los niveles de PM₁₀ permanecían por encima del estándar de referencia, colocando a la calidad del aire dentro de la cafetería como mala.

Los valores antes mencionados se consideran como concentraciones que ponen en riesgo la salud de los ocupantes, principalmente para los empleados cuyos tiempos de exposición son prolongados. Así mismo, se observó que los ocupantes dentro de la cafetería perciben el problema de contaminación del aire en el interior de la misma, asociándolo principalmente a problemas respiratorios y los malos olores.

Con base en lo anterior, es necesario ampliar el tiempo de monitoreo en la cafetería y considerar otros contaminantes como los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), formaldehidos, bacterias, entre otros. De igual manera, se recomienda la apertura de ventanas y el uso de extractores de aire durante la preparación de los alimentos.

Referencias

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers). (2004). *Thermal environmental conditions for human occupancy*, (p. 42). Atlanta, GA; U.S.A.: author. Recovered from <<http://arco-hvac.ir/wp-content/uploads/2015/11/ASHRAE-55-2010.pdf>>

AQSIQ (Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine). (2002). *Ministry of Environmental Protection and Ministry of Health, Indoor Air Quality Standard, Standard No: GB/T 18883 2002*, (p. 36). Author. Recovered from <<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16515/Thesis.pdf?sequence=1>, accessed in July 2014>

Braniš, M.; Řezáčová, P & Domasová, M. (2005). The effect of outdoor air and indoor human activity on mass concentrations of PM₁₀, PM_{2.5} and PM₁ in a classroom. *Environmental Research*, 99(2): 143-49. <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0013935104002373>>

Catalán-Vázquez, M.; Riojas-Rodríguez, H.; Jarillo-Soto, E.C. & Delgadillo-Gutiérrez, H.J. (2009). Percepción de riesgo a la salud por contaminación del aire en adolescentes de la Ciudad de México. *Salud Pública Mex*, (51):148-156. <<http://www.redalyc.org/pdf/106/10612560010.pdf>>

Chen, R.; Zhou, B.; Kan, H. & Zhao B. (2013). Associations of particulate air pollution and daily mortality in 16 Chinese cities: an improved effect estimate after accounting for the indoor exposure to particles of outdoor origin. *Environmental Pollution*, 182: 278-282. DOI <<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.07.024>>; <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026974911300393X?via%3Dihub>>

Díaz Rojas, J.; Gutiérrez Espinoza, J.; Gutiérrez Espinoza, A.; González Chávez, M.C.; Vidal Gaona, G.; Zaragoza Palencia, R.M. & Calderón Ezquerro, C. (2010). Caracterización aerobiológica de ambientes intramuros en presencia de cubiertas vegetales. *Revista internacional contaminación ambiental (Rev. Int. Contam. Ambient.)*, 26(4): 279-289. <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992010000400003>

Forwood, B.; Tadepalli, K. & Hayman, S. (2000). *Modeling thermal adaptation and thermal preferences in outdoor urban environments*. In: PLEA, 2000 (Proceedings; pp. 577-580). Cambridge. Recovered from <<https://www.tib.eu/en/search/id/BLCP%3ACN040848769/Modelling-thermal-adaptation-and-thermal-preferences/>>

Gao Y.; Zhang Y.; Kamijima M.; Sakai K.; Khalequzzaman M.; Nakajima T.; Shi R.; Wang, X.; Chen D.; Ji, X.; Han, K. & Tian Y. (2014). Quantitative assessments of indoor air pollution and the risk of childhood acute leukemia in Shanghai. *Environmental Pollution*, 187: 81-89. <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749114000050?via%3Dihub>>

Géhin, E.; Ramalho, O. & Kirchner, S. (2008). Size distribution and emission rate measurement of fine and ultrafine particle from indoor human activities. *Atmospheric Environment*, 42(35): 8341-8352. <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1352231008006535>>

Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. (2014). *Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014: Salud ambiental. Valores límite permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM₁₀ y PM_{2.5} en el aire ambiente y criterios para su evaluación.* Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Gobernación (SEGOB); Secretaria de Salud (SSA). México. Consultado en «http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5357042&fecha=20/08/2014»

Qian, J.; Peccia, J. & Ferro A.R. (2014). Walking-induced particle resuspension in indoor environments. *Atmospheric Environment*, 89, 464-481. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.02.035>»; «<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231014001319?via%3Dihub>»

Katsoyiannis, A. & Bogdal, C. (2012). Interactions between indoor and outdoor air pollution. *Environmental Pollution*, 169, 150-151. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.04.028>»; «<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749112002229>»

Lee, S.C.; Li, W.-M. & Yin Chan, L. (2001). Indoor air quality at restaurants with different styles of cooking in metropolitan Hong Kong. *Science of The Total Environment*, 279(1-3): 181-193. DOI «[https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(01\)00765-3](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(01)00765-3)»; <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969701007653>

Lee, S.C.; Li, W.-M. & Ao, C.-H. (2002). Investigation of indoor air quality at residential homes in Hong Kong-case study. *Atmospheric Environment*, 36(2): 225-237. DOI «[https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(01\)00435-6](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(01)00435-6)»; «<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1352231001004356>»

Lee, S.C.; Guo, H.; Li, W.-M. & Chan, L.-Y. (2002). Inter-comparison of air pollutant concentrations in different indoor environments in Hong Kong. *Atmospheric Environment*, 36(12): 1929-1940. DOI «[https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(02\)00176-0](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(02)00176-0)»; «<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1352231002001760>»

Poon, C.; Wallace, L. & Lai, A.C.K. (2016). Experimental study of exposure to cooking emitted particles under single zone and two-zone environments. *Building and Environment*, 104, 122-130. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.04.026175>»

Sastre-de Dios G.; Ramos-Herrera S.; Magaña-Villegas E. & Carrera-Velúeta J.M. (2015). Calidad del aire y su relación con la percepción ambiental de adolescentes en Villahermosa, Tabasco. *Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ*. XIII: 83-96. Recuperado de «http://www.riat.ujat.mx/habladoal aire/produccionAcademica/Articulo_CienciaEnLaFrontera_2015.pdf»

See, S.W. & Balasubramanian, R. (2008). Chemical characteristics of fine particles emitted from different gas cooking methods. *Atmospheric Environment*, 42(39): 8852-8862. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.011>»

Spagnolo, J. & de Dear, R. (2003). A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Building and Environment*, 38(5), 721-738. DOI «[https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(02\)00209-3](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(02)00209-3)»

Téllez, J.; Rodríguez, A. & Fajardo, Á. (2006). Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental. *Revista de Salud Pública*, 8(1): 108-117. DOI «<https://doi.org/10.1590/S0124-00642006000100010>»

Vuković, G.; Urošević, M.A.; Razumenić, I.; Kuzmanoski, M.; Pergal, M.; Škrivanj, S. & Popović, A. (2014). Air quality in urban parking garages (PM₁₀, major and trace elements, PAHs): instrumental measurements vs. active moss biomonitoring. *Atmospheric Environment*, 85: 31-40. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.11.053>»

Wade III, W.A.; Cote, W.A. & Yocom, J.E. (2012). A study of indoor air quality. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 25(9), 933-939. DOI «<https://doi.org/10.1080/00022470.1975.10468114>»

Xi, T.; Li, Q.; Mochida, A. & Meng, Q. (2012). Study on the outdoor thermal environment and thermal comfort around campus clusters in subtropical urban areas. *Building and Environment*, 52: 162-170. DOI «<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.11.006>»



FOMENTO Y PERMANENCIA DE VALORES CÍVICOS: HOMENAJE A NUESTRA ENSEÑA NACIONAL.
División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Rafael Sánchez Gutiérrez.

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

DACBiol



BIBLIOTECA DIVISIONAL «DR. JUAN JOSÉ BEAUREGARD CRUZ».

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

Fotografía: Arnulfo López Ramos & Biblioteca Divisional.



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.

