



ISSN en trámite

KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen XX

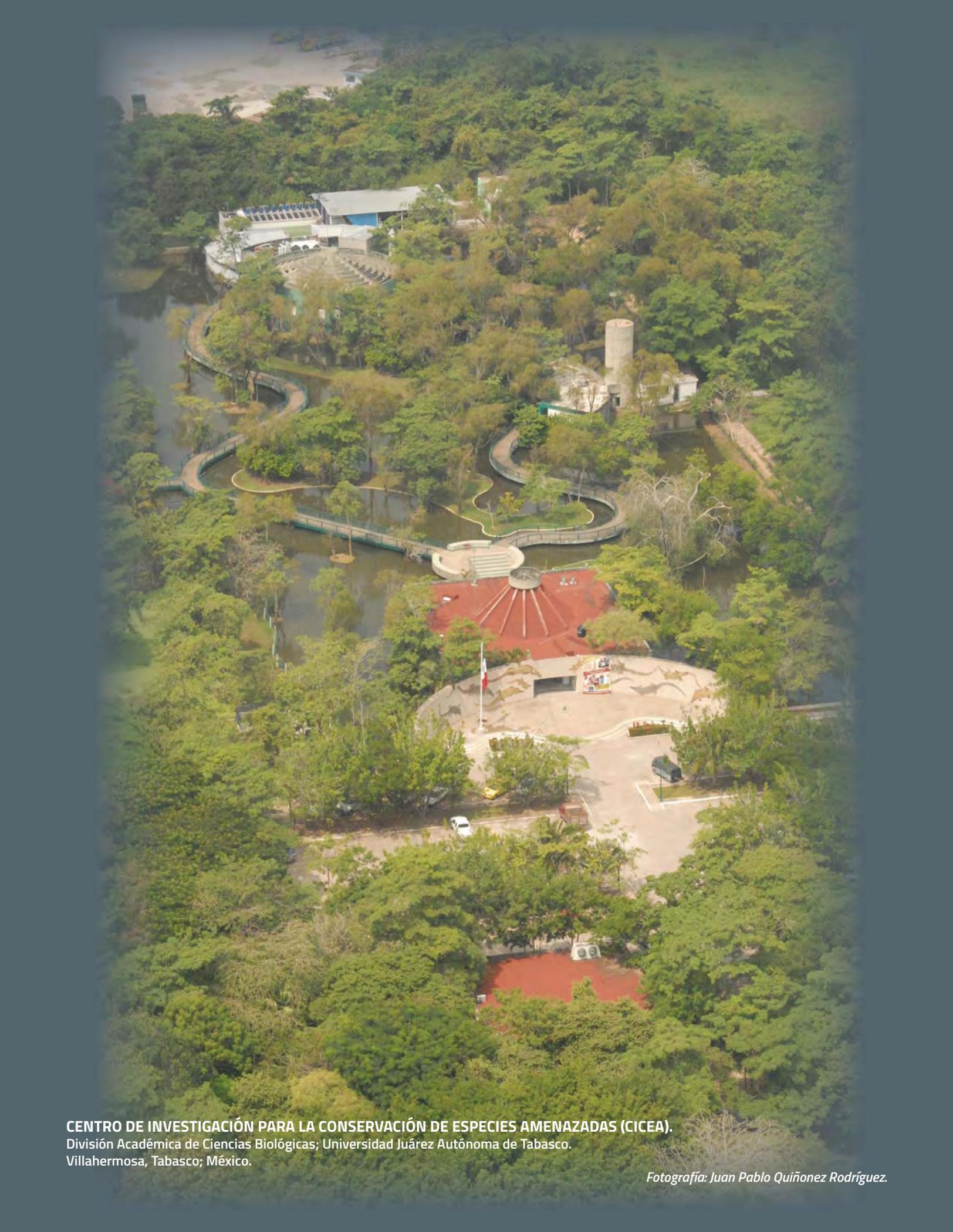
Número 39

Julio-Diciembre 2014

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas



« REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA »



CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Juan Pablo Quiñonez Rodríguez.

DIRECTORIO

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

Dra. Dora María Frias Márquez
Secretaría de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

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

L.C.P. Marina Moreno Tejero
Secretaría de Finanzas

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

Dr. Carlos Alfonso Álvarez González
Coordinador de Investigación y Posgrado, DACBiología-UJAT

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

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

M.C.A. Otilio Méndez Marín
Coordinador de Difusión Cultural y Extensión, DACBiología-UJAT

COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)
Editor fundador

Dra. Lilia María Gama Campillo
Editor en jefe

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

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo
Coordinador editorial

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

Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez
Pas. L.D.G. María Cristina Sarao Manzanero
Diseñadores

L.Comp. José Juan Almeida García
Soporte técnico institucional

L.C.I. Francisco García Ulloa
Traductor

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

KUXULKAB'

La revista KUXULKAB' (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación semestral 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:

Fauna residente en la División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo & Ydania del Carmen Rosado López; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

Fotografías de:

Coordinación de Difusión Cultural y Extensión de la DACBiología-UJAT, a través de la Biól. Blanca Cecilia Priego Martínez.

KUXULKAB', año XX, No. 39, julio-diciembre 2014; es una publicación semestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiología). 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: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Coordinador editorial de la revista, Fernando Rodríguez Quevedo; Kilómetro 0.5 de la carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 14 de julio de 2014.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBiología 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 segundo volumen con la nueva imagen de nuestra revista de divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, empezaran a notar cambios importantes asociados a las estrategias que nuestra máxima casa de estudios está realizando a través de la Secretaría de Investigación, Posgrado y Vinculación; para fortalecer las diferentes revistas que se publican en la Universidad. A través del trabajo colegiado realizado por nuestro comité editorial, así como talleres y cursos organizados por la Secretaría para los participantes en estos procesos, estamos realizando los ajustes que nos permitan no solo mejorar nuestra imagen, sino hacer más ágiles nuestros procesos y fortalecer nuestra revista. Esta labor ha sido posible gracias al apoyo editorial, así como las personas que colaboran en nuestra División Académica que se han sumado a este proceso y a quienes reiteramos nuestro agradecimiento.

Todos queremos salir de la crisis ambiental en el que todo nuestro planeta está inmerso. Sin duda, una posibilidad de salir de esto es conocer los impactos que generamos y realizar acciones para disminuirlos, acciones como el uso racional y eficaz de los recursos energéticos, considerando la sostenibilidad ambiental y económica. ¿Qué podemos hacer?, ¿Qué opciones tenemos? En lo que a energía se refiere, sin duda optar por las vías de la eficiencia y la sostenibilidad que no generen emisiones, es una importante apuesta. En las siete interesantes contribuciones que aquí se presentan sobre temas de contaminación, mitigación, conservación y biodiversidad, hay coincidencia en que la situación ambiental de nuestro Estado no es sostenible. Además nos recuerdan que dependemos de la energía y los recursos naturales; pero lo más importante, es tener información expuesta y disponible como lo hace nuestra revista, esto para reflexionar en las acciones que podríamos tomar al respecto.

Buscar cómo fortalecer nuestras capacidades de respuesta al cuidado de nuestro planeta, nos lleva a recordarles que la comunicación de información en estos temas nos permite no solo conocer de ellos, sino tomar mejores decisiones. Aprovechamos al despedirnos, agradecer nuevamente a todos los que han contribuido a esta nueva imagen, a los árbitros y colaboradores, así como de reiterar que KUXULKAB' es una opción para divulgar los temas de actualidad e investigaciones que realizamos tanto en la DACBIOL como en nuestra universidad, al igual que a los investigadores de otras instituciones. Recuerden que conocer los avances en la ciencia permite saber que está pasando en nuestro entorno y comprometerlos a cuidarlo mejor. Esperamos que nuestros estudiantes encuentren atractiva esta nueva imagen, sigan aprovechando y considerando este espacio para escribir sobre temas de relevancia.

Lilia María Gama Campillo
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

Rosa Martha Padrón López
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

Contenido

MODELADO DE LA EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS PROVENIENTE DEL SUBSECTOR TRANSPORTE EN EL ESTADO DE TABASCO	5
Jorge Ulises Reyes López, Ebelia del Ángel Meráz, Dora María Frías Márquez & Ana Luis Gómez Calzada	
MONITOREO PILOTO DE EMISIONES DE ÁCIDO SULFHÍDRICO EN EL CÁRCAMO «LAGUNA EL ESPEJO» EN VILLAHERMOSA, TABASCO	9
José Aurelio Sosa Olivier; José Ramón Laines Canepa; Stephany Moscoso Alejo; Roberto de la Peña de la Fuente; Estrellita Guadalupe Plancarte de la Cruz & Paola de Jesús Torres Cortes	
PROPUESTA DE REUTILIZACIÓN DE LODOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE AGUAS RESIDUALES	17
Faviola González Borraz, Ebelia del Ángel Meráz & Anabel González Díaz	
DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO DE UN SUELO CULTIVADO CON <i>Eucalyptus sp.</i>	25
Anabel González Díaz, Miguel Ángel Hernández Rivera, Reyna Lourdes Fócil Monterubio, Yolanda Córdova Bautista & Marcia Eugenia Ojeda Morales	
NUESTROS VECINOS ALADOS: LAS AVES URBANAS	33
Juana Lourdes Trejo Pérez	
APUNTES PARA LA HISTORIA DEL CONOCIMIENTO TEMPRANO DE LOS COCODRILOS DE TABASCO	37
Jaime Javier Osorio Sánchez	
LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS HOY EN DÍA	49
Juan de Dios Valdez Leal, Coral Jazvel Pacheco Figueroa, Elías José Gordillo Chávez, Lilia María Gama Campillo, Ena Edith Mata Zayas, Luis José Rangel Ruiz & Eduardo Javier Moguel Ordoñez	

MONITOREO PILOTO DE EMISIONES DE ÁCIDO SULFÚDRICO EN EL CÁRCAMO «LAGUNA EL ESPEJO» EN VILLAHERMOSA, TABASCO

SULFURIC ACID EMISSION PILOT MONITORING OF THE SUMP «LAGUNA ESPEJO» IN VILLAHERMOSA, TABASCO

José Aurelio Sosa Olivier¹✉, José Ramón Laines Canepa², Stephany Moscoso Alejo³, Roberto de la Peña de la Fuente³, Estrellita Guadalupe Plancarte de la Cruz³ & Paola de Jesús Torres Cortes³

¹Maestro en Ciencias Ambientales y profesor-investigador de medio tiempo de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). ²Doctor en Ciencias en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales y profesor-investigador de tiempo completo de la DACBiol-UJAT. Perfil Prodep. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores. Evaluador CACEI. Evaluador RCEA-CONACYT. Miembro del Cuerpo Académico Consolidado de Evaluación y Tecnología Ambiental. ³Egresado de la Licenciatura en Ingeniería Ambiental de la UJAT.

¹Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86039; Villahermosa, Tabasco; México.

✉ ing-jaso@hotmail.es

Como referenciar:

Sosa Olivier, J.A.; Laines Canepa, J.R.; Moscoso Alejo, S.; Plancarte de la Cruz, E.G. & Torres Cortes, P.J. (2014). Monitoreo piloto de emisiones de ácido sulfúdrico en el cárcamo «Laguna el Espejo» en Villahermosa, Tabasco. *Kuxulkab'*, XX(39): 09-15, julio-diciembre.

Disponible en:

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

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

Resumen

En el periodo comprendido del 21 al 27 de octubre del 2013 se llevó a cabo un monitoreo piloto de emisiones de H₂S en el cárcamo «Laguna el Espejo» en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco. Las concentraciones registradas mayores a 100 ppm sobrepasan los límites máximos permisibles que establece la NOM-010-STPS-1999. Utilizando el simulador de atmosferas peligrosas «ALOHA®» se determinó un radio de influencia de 11 m. Esto implica una exposición prolongada de personal que labora en establecimientos circundantes a la fuente, convirtiéndose en una condición riesgosa a la salud.

Palabras clave: H₂S, aguas residuales, ALOHA®.

Abstract

During the period from October 21st to 27th 2013, an H₂S emissions pilot monitoring was conducted in the sump «Laguna el Espejo» in the city of Villahermosa, Tabasco. The registered concentrations greater than 100 ppm surpass the maximum permissible limits established by NOM-010-STPS-1999. Using the simulator of hazardous atmospheres «ALOHA®», a radius of influence of 11 m was determined. This implies prolonged exposure of personnel working in establishments surrounding the source, becoming a risky health condition.

Keywords: H₂S, sewage, ALOHA®.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de bombeo son herramientas tecnológicas muy importantes que coadyuvan en la conducción del agua residual y al control de enfermedades patógenas. Uno de los principales problemas generados en los sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales, es la generación de olores, debido a la inadecuada operatividad, falta de mantenimiento e incluso el mal diseño de las plantas y sistemas secundarios. Siendo la generación de olores un serio problema para la población circundante a los sistemas. Carlson & Leiser (1966) clasificaron los malos olores, en cuatro categorías (tabla 1). Morgan *et al.* (1999) mencionan que el principal contribuyente en la generación de malos olores es el ácido sulfhídrico (H_2S).

El H_2S es un compuesto que en fase gaseosa es más pesado que el aire, es inflamable, incoloro, tóxico y su olor es característico al de la materia orgánica en descomposición (EPA, 2003). Este ácido se encuentra de forma natural en las emisiones volcánicas, manantiales de azufre, emanaciones de grietas submarinas, pantanos y en el gas generado por la degradación biológica de la materia orgánica; de manera antropogénica las fuentes artificiales son la industria petrolera (extracción y refinación), los hornos de coque, la industria alimentaria, de curtidurías, del papel donde use el proceso «Kraft», los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos y las plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas complementarios (Smet & Van Langenhove, 1998; Syed *et al.*, 2006; Sosa, 2014).

Ramírez (2007) menciona que las concentraciones de H_2S pueden ser más altas en las emisiones generadas por la degradación anaerobia de la materia orgánica que las generadas en actividades industriales. El H_2S en las aguas residuales se genera a partir de la reducción por medio de bacterias degradadoras de sulfatos (SO_4^{2-}), tiosulfatos, azufre libre y otros compuestos azufrados para obtener su energía y mantener su crecimiento celular, los microorganismos que intervienen en esta reducción contienen la enzima hidrogenasa (CONAGUA, 2007; INE, 2007). Esta reacción se realiza, en la parte sumergida de la película biológica donde se encuentran las condiciones necesarias de la producción de H_2S , pero no siempre su producción es significativa debido a la intervención de fenómenos oxidativos, la precipitación y volatilización, situación riesgosa tanto para los seres humanos como para el ambiente (CONAGUA, 2007).

La inhalación de concentraciones mayores a 2,000 ppm de H_2S causa pérdida inmediata de conciencia y alta probabilidad de muerte (EPA, 2003). Actualmente, diversas organizaciones han establecido límites máximos permisibles de H_2S en ambientes de trabajo, tal es el caso de la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional en Washington, USA (OSHA, por sus siglas en inglés), estableciendo una concentración máxima aceptable de 20 ppm de H_2S , con un nivel máximo de 50 ppm permitido por 10 minutos (ATSDR, 1999). Del mismo modo el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional en Atlanta, USA (NIOSH), recomienda un nivel de exposición máxima a H_2S de 10 ppm en 10 minutos.

En México, la NOM-010-STPS-1999 emitida por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social (STPS), establece los límites máximos permisibles de 21 ppm en 15 min y 10 ppm como promedio ponderado en tiempo (Sosa, 2014). Sin embargo la atención se centra en las determinaciones de este compuesto en áreas de trabajo, pero existen reportes de la presencia de este compuesto en casas habitación, por su cercanía a la fuente.

«El ácido sulfhídrico (H_2S) se encuentra naturalmente en las emisiones volcánicas, manantiales de azufre, pantanos, entre otros sitios»

«La inhalación de H_2S en concentraciones mayores a 2,000 ppm, causa pérdida inmediata de conciencia y una alta probabilidad de muerte»

En Rotorua Nueva Zelanda, la cercanía de edificios habitacionales a un campo geotérmico, permite alcanzar concentraciones de 200 ppm en áreas ventiladas exteriores al edificios y concentraciones de 0.3 a 20 ppm en el ambiente interior de los edificios (Dura & Bradley, 2005).

Generalmente el límite de concentración a partir del cual es detectado por el ser humano es muy bajo, del orden de 0.2 a 0.7 ppb, mientras que la concentración típica de H₂S en áreas urbanas es de 0.4 ppb (INE, 2007). En las últimas décadas, se han desarrollado trabajos de detección de H₂S en diferentes ámbitos poblacionales. Lang & Jager (1992) reportan concentraciones entre 0.1 y 1 ppm respectivamente, en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (USA). En este mismo sentido Webster *et al.* (1996) reportan concentraciones de H₂S en una planta de tratamiento de aguas residuales municipales entre 1 y 10 ppm.

En el 2012 la Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable (SEMADES) del estado de Jalisco realizó estudios de detección de H₂S emitidos por el río Santiago en la zona metropolitana de Guadalajara, el cual recibe descargas industriales, registrándose valores máximos de 0.02 ppm, durante las 06:00 h. Por otra parte en la región Tula-Vito-Apaxco, Hidalgo se reportaron concentraciones máximas de 91 ppb (INE, 2008). Ramos *et al.* (2010), reporta 182 ppb en la zona norte de Chiapas, ambos casos en regiones cercanas a complejos petroleros. En Tabasco se ha hecho muy poco en materia de contaminación atmosférica, con algunos aciertos.

El objetivo de este trabajo es determinar la presencia de H₂S en zonas aledañas al cárcamo «Laguna el Espejo», ubicado en la colonia Miguel Hidalgo en la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México.

¿Cómo se realizó el estudio?

Ubicación del sitio: El cárcamo «Laguna el Espejo» está ubicado geográficamente en las coordenadas 17° 58' 26.19" N y 92° 58' 19.34" O (fotografía 1). Su ubicación urbana es en la colonia Miguel Hidalgo en colindancia con el periférico Carlos Pellicer Cámara de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México.

Encuestas: Se realizaron cuestionarios exploratorios en las zonas circundantes al sitio para determinar el área de influencia con respecto a la percepción de olores de los habitantes de la zona, las encuestas manejaron los siguientes criterios: Percepción de olores; Horarios frecuentes de percepción; y Condiciones meteorológicas relacionadas con la percepción.



Fotografía 1. Ubicación del Cárcamo «Laguna el Espejo» (Google earth® 2013).

Área de Influencia: Con los resultados de las encuestas se delimitó el área y perímetro de percepción de olor, donde se seleccionaron los puntos de monitoreo (fotografía 2).

Puntos de monitoreo: Se seleccionaron 12 puntos de monitoreo (tabla 2) dentro del área de influencia delimitada, estos fueron seleccionados de forma aleatoria. En cada punto se llevó a cabo la medición de las concentraciones de H₂S con un equipo portátil marca PUXIN® con rango de 0-100 ppm (± 5 ppm). Las mediciones se realizaron en los horarios de mayor percepción reportada por la población.

Características para el desarrollo de ALOHA®: Se utilizó el simulador de Ubicaciones Zonales de Atmosferas Peligrosas (ALOHA®), cuya finalidad fue modelar las emisiones de H₂S registradas en los puntos de monitoreo y estimar el radio de influencia y amenaza.

Los parámetros que se introdujeron en el programa fueron, Velocidad del viento: 3.41 m/s; Dirección del viento: Noreste; Temperatura: 27 °C; Humedad relativa: 90 %; Nubosidad: Completamente nublado; Condiciones de campo: Campo abierto; y Fuente de emisión: Directa.

En la gráfica 1 se muestra la rosa de vientos proporcionada por el observatorio meteorológico «Gaviotas» de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Delegación Tabasco. Representa la dirección y la velocidad del viento en el periodo en que se realizó el monitoreo (21 al 27 de octubre del 2013).



Fotografía 2. Polígono de percepción y puntos de monitoreo (Google earth® 2013).

Los resultados obtenidos

Encuestas: Se encuestaron 57 casas, lo que representa un 16.47 % de un total de 346 viviendas habitadas en la zona (INEGI, 2012). La información de percepción de olor por parte de la población encuestada se muestra en la gráfica 2.

Horarios de percepción de olores: Se obtuvo un sesgo en los datos, resultando en dos horarios de percepción, el primero de 12:00 a 14:00 horas y el segundo de 16:00 a 18:00 horas (gráfica 3).

Condiciones meteorológicas: El 75 % de la población encuestada reporta la presencia de olores durante condiciones de lluvia, el 25 % de la población restante los percibe en condiciones soleadas (gráfica 4).

Monitoreo: El monitoreo se llevó a cabo siete días (21 al 27 de octubre del 2013) con condiciones de lluvia. Durante seis días se detectó la presencia de H_2S . El punto 9 que corresponde al cárcamo, fue el único punto donde se registró la presencia del compuesto, con el equipo utilizado (fotografía 3). La concentración media en el horario de 12:00 a 13:00 h fue de 50.5 ± 35.99 ppm y de 18:00 a 19:00 horas de 65 ± 45.56 ppm. El tercer y cuarto día (23 y 24 de octubre) se registraron las concentraciones más altas, mayor a 100 ppm, en ambos horarios (gráfica 5). Cabe señalar que estas concentraciones máximas registradas, coincidieron con precipitaciones pluviales, lo que corrobora los datos de las encuestas.

ALOHA®: El programa ALOHA® permitió trazar un radio de influencia directa, el cual es de 11 metros (fotografía 4). Perímetro que tiene alcance al personal operativo del cárcamo, un centro de servicio automotriz y las oficinas de una empresa, donde existe personal laborando en jornadas de ocho horas diarias.



Fotografía 3. Monitoreo en punto 9 (cárcamo «Laguna el Espejo»).



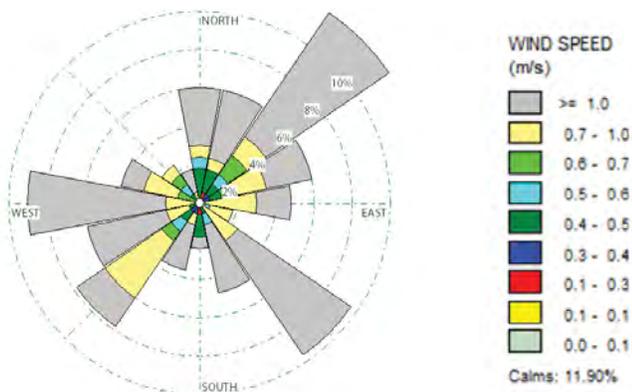
Fotografía 4. Radio de influencia directa (Google earth® 2013).

Tabla 1. Clasificación de malos olores (Carlson & Leiser, 1966).

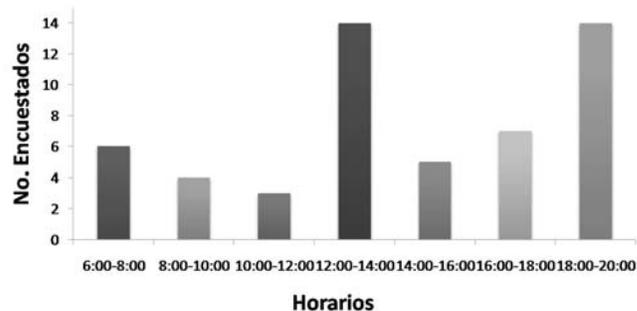
Gases inorgánicos	Ácidos grasos volátiles	Gases altamente tóxicos	Gases diamina
Sulfuro de hidrógeno	Ácido acético	Fenoles	Cadaverina
Amoníaco	Ácido láctico	Mercaptanos	Putrescina
	Ácido butírico		

Tabla 2. Coordenadas de los puntos de monitoreo.

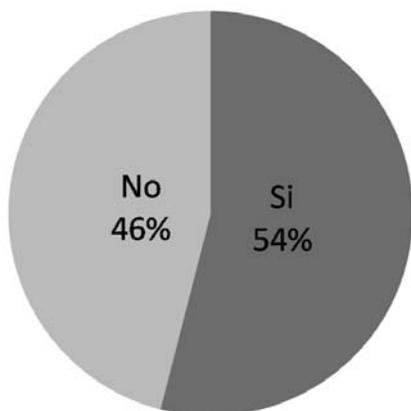
No.	Latitud	Longitud	No.	Latitud	Longitud
1	17° 58' 20.32" N	92° 58' 10.62" O	7	17° 58' 20.60" N	92° 58' 16.35" O
2	17° 58' 22.94" N	92° 58' 8.20" O	8	17° 58' 23.96" N	92° 58' 15.93" O
3	17° 58' 25.72" N	92° 58' 11.04" O	9	17° 58' 26.19" N	92° 58' 19.33" O
4	17° 58' 18.05" N	92° 58' 13.82" O	10	17° 58' 25.18" N	92° 58' 20.42" O
5	17° 58' 18.95" N	92° 58' 15.28" O	11	17° 58' 28.60" N	92° 58' 20.76" O
6	17° 58' 23.43" N	92° 58' 14.27" O	12	17° 58' 31.18" N	92° 58' 14.11" O



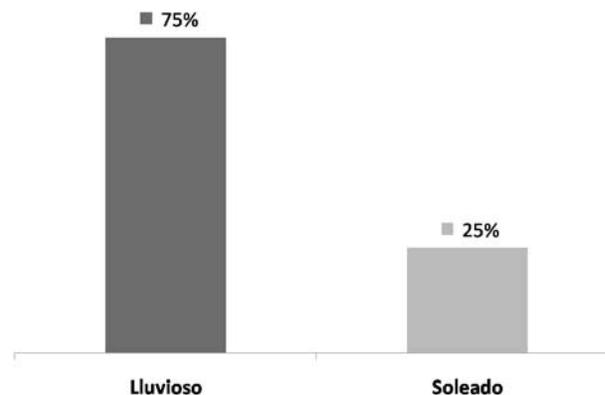
Gráfica 1. Rosa de los vientos (Fuente: CONAGUA).



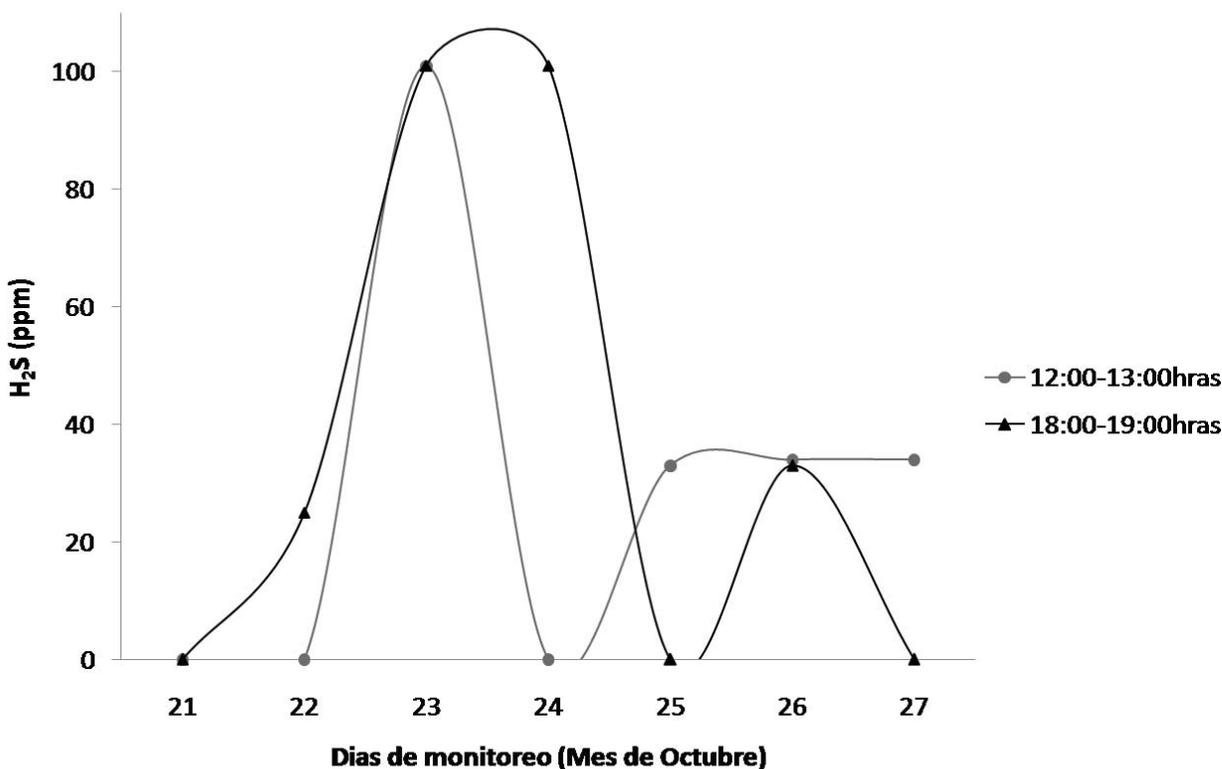
Gráfica 3. Horarios de percepción de olores.



Gráfica 2. Percepción de olores.



Gráfica 4. Percepción de acuerdo a las condiciones meteorológicas.



Gráfica 5. Comportamiento de las concentraciones de H₂S durante el monitoreo.

Nuestra discusión y conclusiones

Los datos mínimos y máximos obtenidos en este trabajo de campo fueron, respectivamente de 10 y 101 ppm de H₂S. Con respecto a los límites de la NIOSH y lo reportado por Dura y Bradley (2005), INE (2008), Ramos *et al.* (2010) e incluso la propia NOM-010-STPS-1999, los niveles de emisión de H₂S fueron superiores en todos los reportes anteriores, lo cual implica un riesgo potencial a la salud de los trabajadores del cárcamo, así como a los de la zona de influencia directa obtenida con el simulador ALOHA®.

Con respecto a los horarios de monitoreo, son similares con los realizados en El Salto, Jalisco, superando por mucho la concentración obtenida en el cárcamo «Laguna el Espejo». Se pudo corroborar que existió una relación entre las emisiones de H₂S y las condiciones meteorológicas, siendo mayores las concentraciones cuando se presentan lluvias, esto da a entender posible operatividad ineficiente del cárcamo. Es importante señalar que el equipo utilizado para realizar las mediciones, es un equipo portátil de protección personal, el uso de equipos de mejor precisión y rango de detección mejoraría los resultados de este trabajo.

Debido a que no existen acciones ambientalmente aplicables en el estado de Tabasco, que regule las emisiones de H₂S para fuentes fijas, se insta a la Secretaría del Estado en materia ambiental a llevar a cabo monitoreos para el desarrollo de instrumentos de control en materia atmosférica. Se concluye que una parte de los malos olores provenientes del cárcamo «Laguna el Espejo» se debe, a la generación de ácido sulfhídrico (H₂S). Las concentraciones medidas registradas superan las normativas nacionales e internacionales, siendo un riesgo potencial para la salud de los trabajadores cercanos al cárcamo.

Se recomienda el seguimiento del presente trabajo de campo con equipos de menor rango de medición (ppb-ppt), mayor número de monitoreos y en diferentes épocas del año, para obtener mejores resultados.

Referencias

- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).** (1999). *Reseña toxicológica del ácido sulfhídrico*. Consultado October 2013; «www.atsdr.cdc.gov/tfacts114.pdf»
- Carlson D. & Leiser C.** (1966). Soil beds for the control of sewage odors. *Journal Water Pollution Control Federation*, (38): 829-840
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua).** (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, cárcamos de bombeo para alcantarillado, funcional e hidráulico* (p. 130). México.
- Dura, M. & Bradley, J.** (2005). An investigation of geothermal soil gas emissions and indoor air pollution in selected Rotorua buildings. *Science of The Total Environment*, (345): 69-80
- EPA (Environmental Protection Agency).** (2003). Toxicological review of hydrogen sulfide (CAS No. 7783-06-4). In: *Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS)*, (p. 74). U.S.
- INE (Instituto Nacional de Ecología).** (2007). *Diagnóstico preliminar de tendencias espacial y estacionales de ácido sulfhídrico (H₂S) en la ciudad de Salamanca* (p. 26). México.
- INE (Instituto Nacional de Ecología).** (2008). *Diagnóstico de compuestos orgánicos volátiles y H₂S en aire ambiente en la zona de Tula-Vito-Apaxco* (p. 26). México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).** (2012). *Inventario nacional de viviendas*. México. Consultado en octubre de 2013; «www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/inv/Default.aspx»
- Lang, M. & Jager, R.** (1992). Odor control for municipal sludge composting. *BioCycle*, (33): 76-85
- Morgan Sagastume, J.M.; Revah Moiseev, S. & Noyola Robles, A.** (1999). *Malos olores en plantas de tratamiento de aguas residuales: su control a través de procesos biotecnológicos*. Recuperado de «www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/mexicon/R-0032.pdf»
- Ramírez, M.** (2007). *Viabilidad de un proceso para la eliminación conjunta de H₂S y NH₃ contenido en efluentes gaseosos* (Tesis Doctoral). Universidad de Cádiz. España.
- Ramos Herrera, S.; Bautista Margulis, G. & Valdez Manzanilla, A.** (2010). Estudio estadístico de la correlación entre contaminantes atmosféricos y variables meteorológicas en la zona norte de Chiapas, Mexico. *Universidad y Ciencia*, 26(1): 65-80
- SEMADES (Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable).** (2012). *Reporte Ácido Sulfhídrico realizado en la Primaria Mártires del Río Blanco, del municipio de El Salto, Jalisco* (p. 9). Guadalajara, Jalisco; México: autor. Recuperado de «<http://siga.jalisco.gob.mx/aire/reportes/Reporte%20Primaria%20Municipio%20EI%20Salto%201.1.pdf>»
- STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social).** (1999). *Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999: condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral* (p. 402). México: autor. Recuperado de «www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-010.pdf»
- Smet, E. & Van Langenhove, H.** (1998). Abatement of volatile organic sulfur compounds in odorous emissions from bio-industry. *Biodegradation*, 9: 273-284
- Sosa Olivier, J.A.** (2014). *Disminución de la concentración del ácido sulfhídrico (H₂S) contenido en el biogás, a partir de procesos fisicoquímicos* (Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa Tabasco, México.
- Syed, M.; Soreanu, G.; Falletta, P. & Beland, M.** (2006). Removal of hydrogen sulfide from gas streams using biological process. *Canadian Biosystem Engineering / Le Genie des biosystems au Canada*, 48: 1-14
- Webster, T.; Devinyin, J.; Torres, E. & Barrai, S.** (1996). Biofiltration of odors, toxics and volatile organic compounds from publicly owned treatment works. *Environmental Progress*, 15: 141-147



CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

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

DACBiol



CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS (CICEA).
División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía de Juan Pablo Quiñonez Rodríguez



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.

