



KUXULKAB'

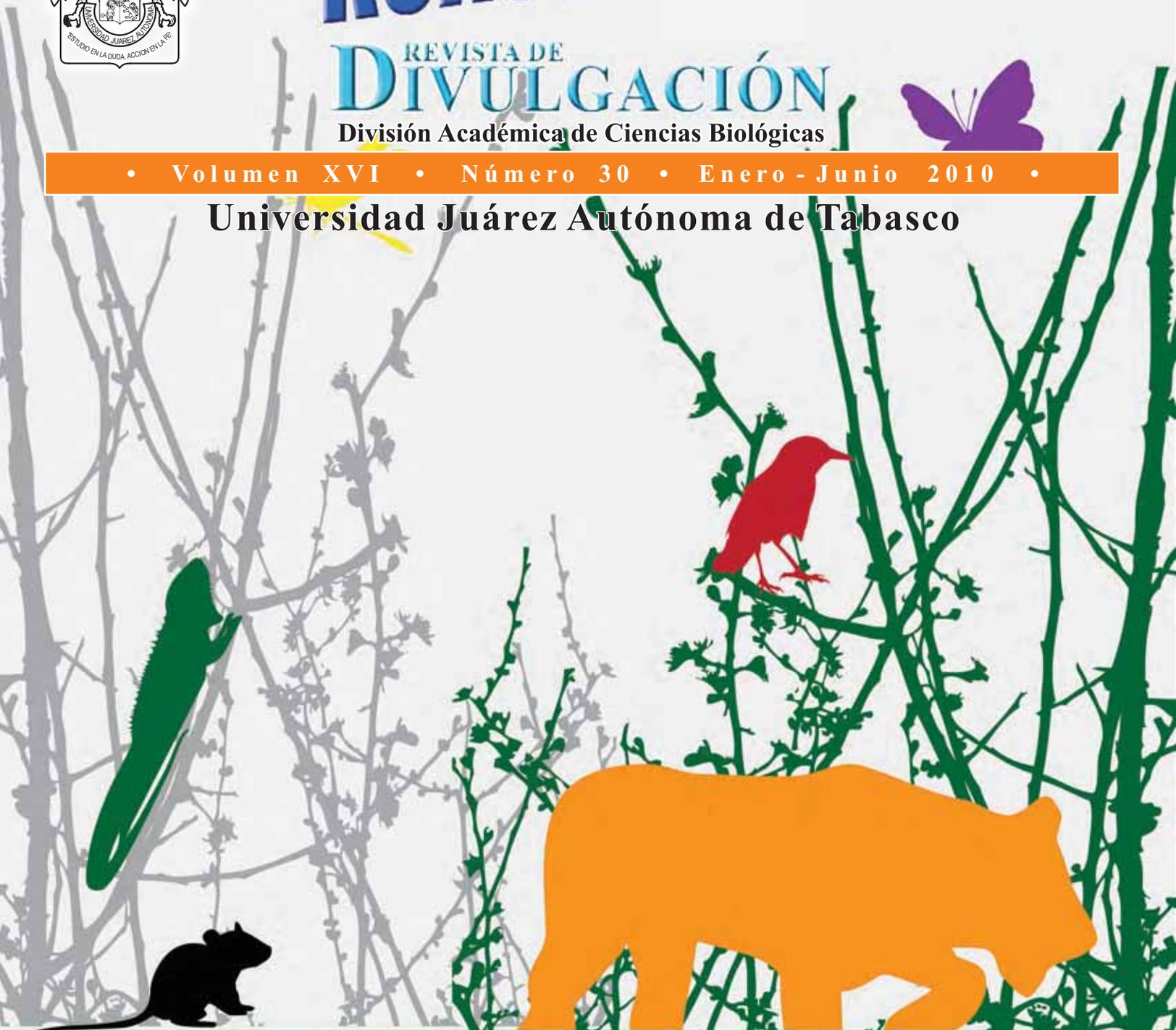
ISSN 1665-0514

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XVI • Número 30 • Enero - Junio 2010 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



2010 / AÑO
BIODIVERSIDAD



KUXULKAB'

ISSN – 1665-0514

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Gama
Editor en jefe

Dr. Randy Howard Adams Schroeder
Dr. José Luis Martínez Sánchez
Editores Adjuntos

Lic. Celia Laguna Landero
Editor Asistente

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Dra. Silvia del Amo
Universidad Veracruzana

Dra. Carmen Infante
Servicios Tecnológicos de Gestión Avanzada
Venezuela

Dr. Bernardo Urbani
Universidad de Illinois

Dr. Guillermo R. Giannico
Fisheries and Wildlife Department,
Oregon State University

Dr. Joel Zavala Cruz
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Publicación citada en:

- El índice bibliográfico PERIÓDICA., índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.
Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>
<http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. C.P. 86039 Tel. y fax (93) 54 43 08. Imprenta: Morari Formas Continuas, S.A. de C.V. Heróico Colegio Militar No. 116. Col. Atasta C. P. 86100 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco.

Nuestra Portada

Diseño de Portada por:

Lilianna López Gama
Diseño y comunicación visual
FES Cuautitlán

Estimados lectores de Kuxulkab´:

El año 2010 ha sido declarado el año Internacional de la Biodiversidad por las Naciones Unidas. Durante el transcurso del mismo, se han organizado y continuarán realizándose eventos y actividades para dar a conocer la importancia de la misma.

La Biodiversidad es la variedad de vida en la Tierra. Es esencial para la sustentabilidad de los sistemas naturales vivos o ecosistemas que nos proveen de alimento, combustibles, salud y otros servicios vitales conocidos como servicios ambientales. Los seres humanos formamos parte de ella y tenemos el poder de protegerla o destruirla. Actualmente la mayoría de nuestras actividades contribuyen a destruirla con tasas alarmantes. Estas pérdidas son irreversibles, empobrecen nuestras capacidades actuales y comprometen las futuras, dañando los sistemas de vida de los que dependemos. Está en nosotros detener y prevenir esto. Debemos organizar esfuerzos para salvaguardar esta biodiversidad y enfocarnos en los retos urgentes que tenemos en nuestro futuro, ya que hoy es el tiempo de actuar y no hacerlo tendrá un muy alto costo.

Como siempre el objetivo de nuestra revista es compartir las actividades de investigación además de temas de interés que se realizan en la escuela, no sólo para nuestra comunidad sino como una aportación a la divulgación de las ciencias ambientales. Los temas son seleccionados de las contribuciones que nos envían para que de forma sencilla permitan conocer el estado de los recursos naturales en especial de aquellos en nuestra región, además de temas relacionados a la atención de problemas ambientales. En este número publicamos una colección de diez artículos y una nota entre los cuales tenemos cinco que tocan directamente aspectos de la biodiversidad y el uso y manejo de los recursos naturales. También se presentan propuestas metodológicas para el análisis de datos meteorológicos y partículas en suspensión, ambos vinculados a problemas ambientales importantes en la región localmente como es la contaminación o en mayor escala como es el cambio global. En esta ocasión se presentan resultados de contribuciones de investigación de campo o bibliográficas que se desarrollan en los cursos de los diferentes programas educativos de licenciatura y posgrado, así como resultados de investigaciones realizadas como tesis o en los proyectos de investigación que los profesores/investigadores llevan a cabo en nuestra escuela.

Como siempre les invitamos a enviarnos sus manuscritos, recordándoles que esta revista se enriquece con las aportaciones de todos los miembros de la comunidad de la División Académica de Ciencias Biológicas, como siempre manteniendo una invitación a que cada vez más estudiantes se incorporen a la divulgación de temas que consideren serán de interés a sus compañeros. Por último, agradecemos a los colegas que desinteresadamente colaboran en el arbitraje que nos permite mantener la calidad de los trabajos.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Director



Diseño del software de análisis de datos meteorológicos: Fase de prueba

***E. Magaña-Villegas**
S. Ramos-Herrera
J.M. Carrera-Velúeta
J.R. Hernández- Barajas
A. Valdés-Manzanilla

*División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Km. 0.5 Carretera Vhsa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya,
C.P. 86039 Villahermosa, Tabasco.
* elizabeth.magana@dacbiol.ujat.mx*

Resumen

Se desarrolló un software en *MATLAB*® para analizar datos meteorológicos (SADM) que permite obtener rosas de viento y de estabilidad. Se validó el SADM en el análisis de PM10 en la ciudad de Villahermosa. Los datos de prueba se recopilaron de tres estaciones meteorológicas: i) División Académica de Ciencias Biológicas durante el 2008, ii) Girdaldas, que perteneció a la red de estaciones de monitoreo de contaminantes del sistema automático de monitoreo de la región Sur de Petróleos Mexicanos (PEMEX), en 2004 y iii) Gaviotas, que pertenece a la red de estaciones de monitoreo del Estado, en 2009. Los resultados se compararon con programas de cómputo gratuitos desarrollados por otras instancias o instituciones, reconocidos por su calidad. Este trabajo presenta la descripción de la construcción del SADM, así como un ejercicio de prueba para observar los efectos de las condiciones meteorológicas en los niveles de PM10 durante el período 10-Abril al 11-Julio de 2009 en la ciudad de Villahermosa, Tabasco.

Introducción

La contaminación atmosférica es uno de los problemas ambientales más importantes y que hasta el momento no se le ha dado la atención debida, salvo en ciudades donde la calidad del aire afecta la vida cotidiana de las personas. Ésta se presenta cuando ciertas sustancias alcanzan concentraciones mayores a sus niveles atmosféricos normales, lo que puede producir un efecto negativo en las personas, los animales y la vegetación o con la presencia de sustancias en la

atmósfera que al tener una larga permanencia en ella resulta dañino para los seres vivos, y que interfiere en el sano desarrollo de la actividad humana (Bishop, 2000).

La contaminación atmosférica es resultado principalmente de las actividades del hombre (industriales, comerciales, domésticas y agropecuarias) y en menor escala de causas naturales. Los efectos adversos que ocasiona la contaminación atmosférica en la salud y bienestar de los seres humanos y en el ambiente dependen del contaminante que exista en un determinado lugar, dichos efectos no sólo son locales sino regionales (lluvia ácida) y globales (agotamiento de la capa de ozono y calentamiento global) (Aldershot, Ashgate, 2001).

Las circunstancias climatológicas influyen de modo determinante en la dispersión de los contaminantes emitidos a la atmósfera y afectan a las reacciones químicas atmosféricas. Los parámetros de superficie más importantes son: la velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, precipitación y radiación solar (Martínez y Romieu, 1997). El viento dispersa los contaminantes y los transporta lejos de su punto de emisión, mientras que su dirección se relaciona con el área de afectación. La dirección más frecuente del viento en un área dada es uno de los criterios involucrados en la localización de estaciones de monitoreo de contaminantes atmosféricos (Espert y López, 2004).

El viento que prevalece en un período de tiempo puede ser representado por medio de una rosa de los vientos, la cual indica la proporción de tiempo en

el que el viento sopla en las diferentes direcciones.

La gráfica polar consiste en utilizar barras o extensiones que van desde el centro de un círculo hacia un punto determinado que ilustra la dirección del viento y en donde la longitud de cada extensión indicará el porcentaje de tiempo en el que el viento se dirigió hacia esa dirección (Ahrens, 1998). La frecuencia de ocurrencia de los vientos se indica para cada sector de dirección que por general son 16 (E, ENE, NE, NNE, W, WNW, NW, NNW, ESE, SE, SSE, S, SSW, N, WSW, SW) y por categoría de velocidad del viento. Comúnmente la clasificación más utilizada para el viento es la Escala Beaufort. (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación del Viento. Escala de Beaufort.
Tomado de la página: Fondear enciclopedia náutica.

Velocidad del Viento

Categoría	m/s	nudos
Calma	0-0.5	< 1
Ventolina	0.6 - 1.5	1-3
Brisa muy débil	1.6 - 3.3	4 - 6
Brisa débil	3.4 - 5.4	7 -10
Brisa	5.5 - 7.9	11 -16
Brisa fresca	8.0 - 10.7	17 -21
Brisa fuerte	10.8 - 13.8	22 - 27
Viento fuerte	13.9 -17.1	28 - 33
Temporal	17.2 - 20.7	34 – 40

Por otro lado, la turbulencia atmosférica, que posibilita la mezcla y dispersión de los contaminantes comúnmente se determina a través de su estratificación, que permite clasificar el estatus de la atmósfera en categorías de estabilidad. Una atmósfera inestable favorece el mezclado vertical de contaminantes, mientras que una estable lo inhibe. Una atmósfera neutra no favorece ni impide el mezclado vertical (Espert y López, 2004). Dos métodos empíricos para caracterizar la estabilidad son los de Turner y de Pasquill-Gifford (Pasquill, 1961; Turner, 1964). La estimación se realiza con base en la altura del sol durante el día, la nubosidad, velocidad de los vientos e intensidad de la radiación solar.

Existen otros algoritmos de estimación tales

como el método radiación solar/delta-T el cual establece una relación entre la radiación solar y la velocidad del viento (medida a 10 m de altura) para el día y una relación entre el gradiente vertical de temperatura y la velocidad del viento para la noche (EPA, 2000), y el método de Richardson, que establece un número que relaciona las fuerzas de flotabilidad debidas al gradiente térmico vertical, con las fuerzas de inercia resultantes de la interacción de los torbellinos con el gradiente vertical medio de velocidad clasificando de acuerdo a los perfiles térmicos a la estabilidad como inestable, neutro o estable (Zanneti, 1990). La rosa de estabilidad proporciona la misma información que la rosa de los vientos y es útil para resumir los datos de temperatura, humedad relativa y radiación solar.

También existen diferentes programas de cómputo como el *WRPlot View* (Lakes Environmental, 1995), enfocados a resumir datos de velocidad y dirección del viento; o software como el *PCRAMMET* (EPA, 2000), que está diseñado para procesar datos meteorológicos requeridos por los modelos de dispersión atmosférica. Sin embargo, existe la necesidad de un software amigable, que además de calcular rosas de viento, calcule rosas de estabilidad atmosférica; que sea flexible de modo que permita seleccionar métodos de cálculo en función de la información disponible y maneje bases de datos en formato flexible.

Materiales y Métodos

Diseño del SADM

El software fue desarrollado en *MATLAB*® versión 2009b (Smith, 2006) e implementado mediante una interfaz gráfica con dos módulos: Rosa de viento y Estabilidad atmosférica. El módulo de Rosa de vientos se programó con la aplicación de técnicas descriptivas básicas para el cálculo de la frecuencia de la velocidad y dirección de los vientos (Berthouex y Brown, 2002), usando de forma predeterminada 16 direcciones de viento y para la intensidad del viento se consideraron las primeras cuatro clases de viento en la escala de Beaufort, (ventolina, brisa muy débil, brisa débil, brisa moderada). Se implementó un panel de información que permite al usuario modificar la configuración predeterminada de los parámetros iniciales a procesar e ingresar el período deseado para el procesamiento de los

datos. La información que el usuario puede obtener son: 1) Gráfico con la distribución de frecuencias con base en las clases de viento, 2) Rosa de vientos en forma tabular, 3) Rosa de vientos polar y 4) Tabla con los datos estadísticos de las frecuencias.

Con respecto al módulo de Estabilidad Atmosférica, se emplearon tres métodos empíricos para estimar dicha estabilidad: el de Turner, radiación solar/delta-T y el de Pasquill-Gilford que formula los cálculos con base en las siete categorías de estabilidad propuestas por Turner (Turner, 1964). Los resultados se pueden obtener de forma gráfica y tabular. Asimismo, se integró un panel que permite observar la estabilidad atmosférica para el día y para la noche.

Debido a que la estimación de la estabilidad atmosférica depende principalmente de la insolación durante el día y de la inversión térmica por la noche, se consideró como noche, las horas del día que se encuentran en el rango entre 1 hora antes de la puesta del sol y 1 hora después de la salida. Para la determinación de la salida y puesta del sol se utilizó la información obtenida de la página www.tutiempo.net, usando como referencia la ciudad de Villahermosa durante el 2009 -2010 (Tabla 2).

Tabla 2. Hora de salida y puesta del sol. Villahermosa, Tabasco, 2009-2010

Mes	Salida del sol (hrs)	Puesta del sol (hrs)
Enero	7	17
Febrero	7	17
Marzo	7	18
Abril	8	19
Mayo	8	20
Junio	8	20
Julio	8	20
Agosto	8	20
Septiembre	8	19
Octubre	8	19
Noviembre	7	17
Diciembre	7	17

Fase de Prueba

1) Recopilación de información y preparación de bases de datos

Inicialmente se recopilaron datos meteorológicos para realizar una prueba a ambos módulos. La

información que se obtuvo fue: de velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa y radiación solar, de Enero-Noviembre de 2008 en la estación meteorológica de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBIOL). Los datos se complementaron con datos generados de forma aleatoria para las variables: presión, temperatura a 10 m y nubosidad, para la conformación de la base de datos 1; esto debido a que la estación no cuenta con dichos registros, y los cuales son necesarios para la estimación de la estabilidad atmosférica. De igual forma se conformó una base de datos 2, de la estación Giraldas. Por otro lado, como se menciona anteriormente, existe una estrecha relación entre las situaciones meteorológicas y los niveles de contaminación alcanzados en un momento dado.

Para mostrar el empleo del *software SADM*, se construyó la base de datos 3, que incluyó parámetros atmosféricos relevantes monitoreados durante el período del 10 de abril al 11 de julio de 2009: i) datos de materia particulada con tamaño promedio menor a 10 micrómetros (PM10, del inglés *particulate matter*), monitoreados en la ciudad de Villahermosa, y obtenida a través del recurso electrónico de la Secretaria de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco (SERNAPAM, 2009) y ii) velocidad y dirección del viento, cuyos datos fueron recolectados en la estación hidrométrica Gaviotas, ubicada en la zona oriente de la ciudad.

2) Se ingresó la base de datos 2 al SADM y se obtuvieron las rosas de viento y de estabilidad las cuales fueron comparadas con las generadas con los software gratuitos: WRPLOT View y PCRAMMET, disponibles en las página www.weblakes.com, y www.epa.gov respectivamente.

3) Con los registros de la base de datos 3, se generó una rosa de vientos para determinar la dirección predominante durante el período del 10 de abril al 11 de julio de 2009 y la frecuencia de los vientos de acuerdo a las clases de vientos predeterminadas. Se relacionó con los promedios diarios de PM10.

Resultados y discusión

La interfaz del software en la ventana principal,

contiene en su barra de menús, el menú “Aplicaciones”, y éste a su vez incluye los módulos de rosa de vientos y de estabilidad. Los módulos también pueden ser ingresados rápidamente a través de los botones de la barra de herramientas. Sin embargo, antes de ingresar a cualquiera de ellos, es necesario que el usuario importe un archivo de datos meteorológicos, activándose así los dos módulos de trabajo para el procesamiento de rosas de vientos y de estabilidad. El software permite exportar en un archivo con formato de imagen jpg, las gráficas generadas por el mismo, en sus formatos a color o en tonos de grises, de igual manera los datos tabulares pueden ser almacenados en un archivo de Excel.

Módulo de Rosa de Vientos

En este módulo, cuya ventana principal se muestra en la Figura 1, el usuario podrá, en el panel de información, establecer la configuración deseada para el cálculo de la rosa de los vientos, así como la selección de los resultados u optar por la configuración predefinida. La información que el usuario debe proporcionar para definir una configuración particular es la siguiente: cantidad de

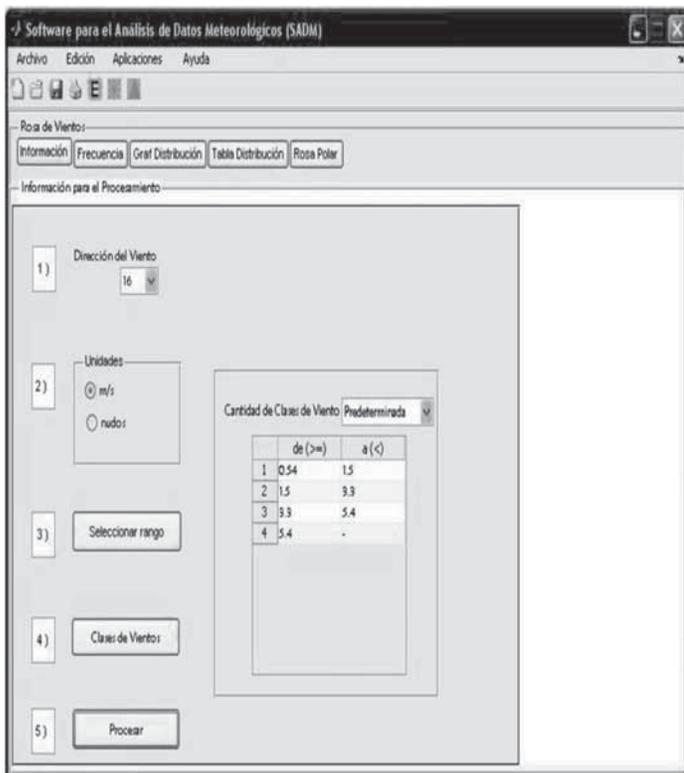


Figura 1 : a) Módulo de Rosa de Vientos. Panel para ingresar información.

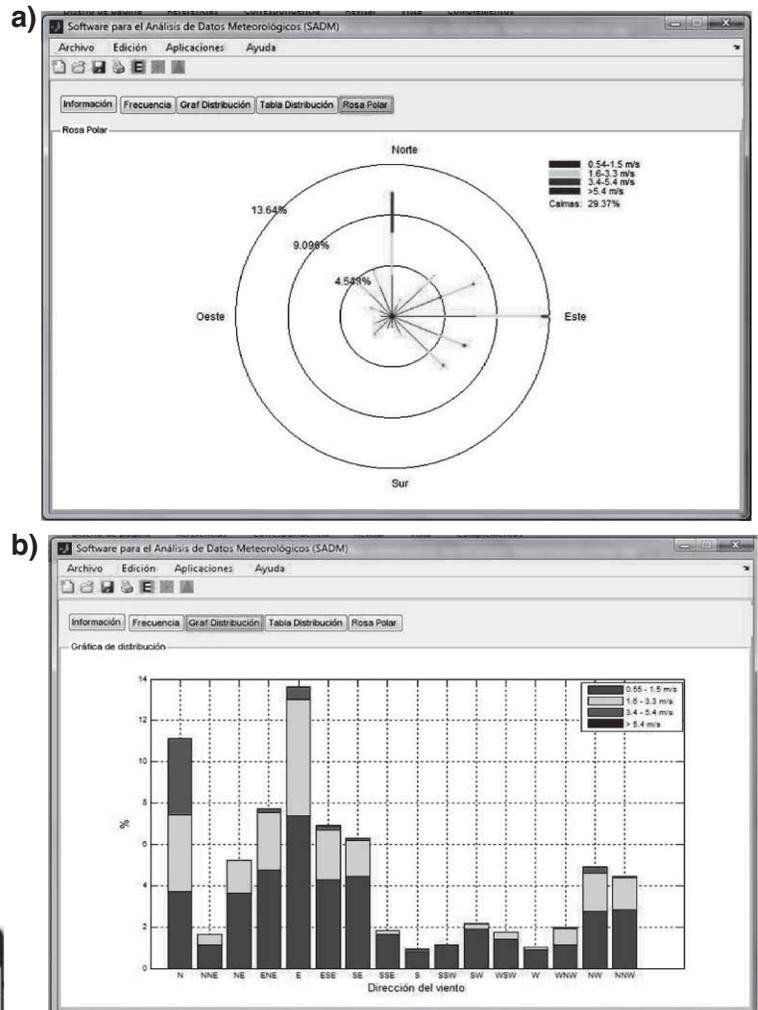


Figura 2. Rosas de viento empleando información de la Estación Meteorológica DACBiol, 2008. **a)** Rosa de viento polar **b)** Rosa de viento tabular.

direcciones de viento, unidad de medida de la velocidad del viento (m/s o nudos), período de tiempo y clases de viento. Una vez ingresada la información se procesan los datos.

El usuario puede, entonces, seleccionar cualquiera de los botones de acción para la obtención de resultados. Los resultados obtenidos al procesar los datos meteorológicos de la estación DACBiol, siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, se muestran en las Figuras 2 y 3.

En el procesamiento de los datos meteorológicos de la estación DACBiol se obtuvieron las rosas de viento polar y tabular (Figura 2a y 2b respectivamente), así como la figura y tabla de distribución de vientos (Figura 3a y 3b respectivamente).

En las Figuras 2a y 2b, se observa que los vientos predominantes en la zona de la DACBIOL fueron del Este y del Norte y que hubo un 29.37% de vientos en calma.

De las Figuras 3a y 3b, se observa que cerca del 45% de los vientos se considera como ventolina, cuya velocidad está comprendida entre 0.55 y 1.5 m/s, para este caso el efecto en tierra sólo es detectado con el humo indicando la dirección del viento. Alrededor del 23% de los vientos se comportaron como brisa muy débil, con velocidades comprendidas entre 1.6 y 33 m/s, y cuyo efecto en tierra se puede apreciar con el movimiento de las hojas de los árboles y el de movimiento inicial de los molinos.

Módulo de estabilidad atmosférica

Al ingresar a este módulo el usuario podrá seleccionar el algoritmo de cálculo que desea para la estabilidad con base en la información que ha incluido en la base de datos (Figura 4). Asimismo, deberá definir si los resultados los desea como una gráfica o una tabla.

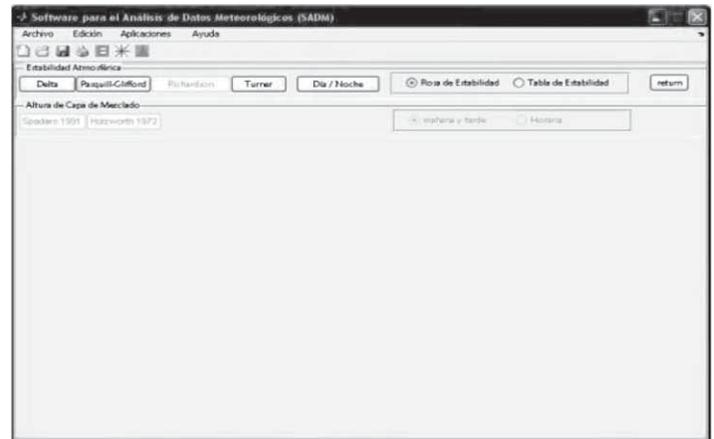


Figura 4. Módulo de estabilidad atmosférica.

Los datos importados se procesaron mediante el algoritmo de Turner y se obtuvo como resultados la rosa de estabilidad y tabla con la información resumida (Figuras 5a y 5b respectivamente).

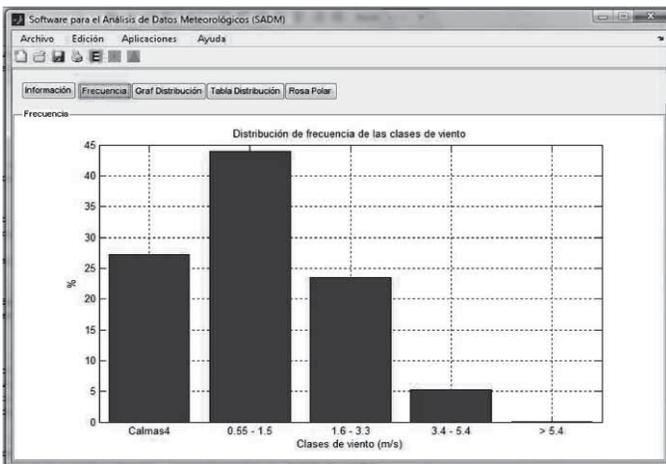


Figura 3. a) Gráfica de distribución de los vientos. Estación Meteorológica DACBIOL, 2008

	0.55 - 1.5	1.6 - 3.3	3.4 - 5.4	> 5.4	
N	81	81	81	0	243
NNE	25	11	0	0	36
NE	80	34	0	0	114
ENE	104	81	4	0	169
E	161	123	13	1	298
ESE	94	52	4	1	151
SE	97	38	3	0	138
SSE	36	4	0	0	40
S	18	2	1	0	21
SSW	25	0	0	0	25
SW	42	5	1	0	48
WSW	31	7	0	0	38
W	20	2	0	0	22
WNW	25	17	1	0	43
NW	60	41	6	0	107
NNW	62	34	1	0	97
	961	512	115	2	1590

Figura 3. b) Tabla de distribución de los vientos. Estación Meteorológica DACBIOL, 2008

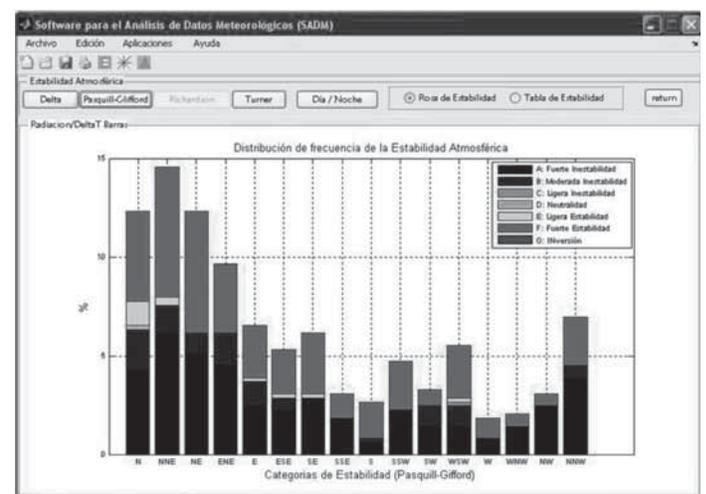


Figura 5. a) Módulo de estabilidad atmosférica. Rosa de estabilidad.

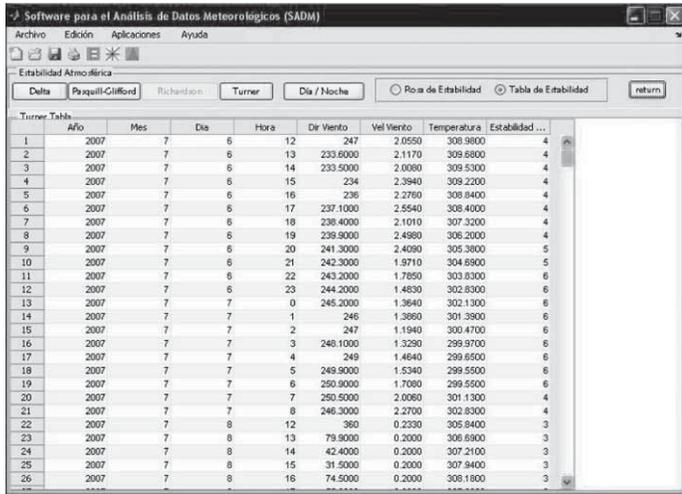


Figura 5. b) Módulo de estabilidad atmosférica. Tabla de resultados

De acuerdo a estos resultados en la atmósfera predominaron dos categorías de estabilidad: la tipo B que corresponde a moderadamente estable y la tipo F que corresponde a fuertemente estable. Un cálculo más refinado consistiría en determinar para cuáles días y en cuáles horas del período considerado se alcanza una u otra estabilidad en particular; dicho cálculo también puede realizarse con el SADM. En la comparación del SADM con el WRPLOT se observó una semejanza del 100% (Figura 6a y 6b).

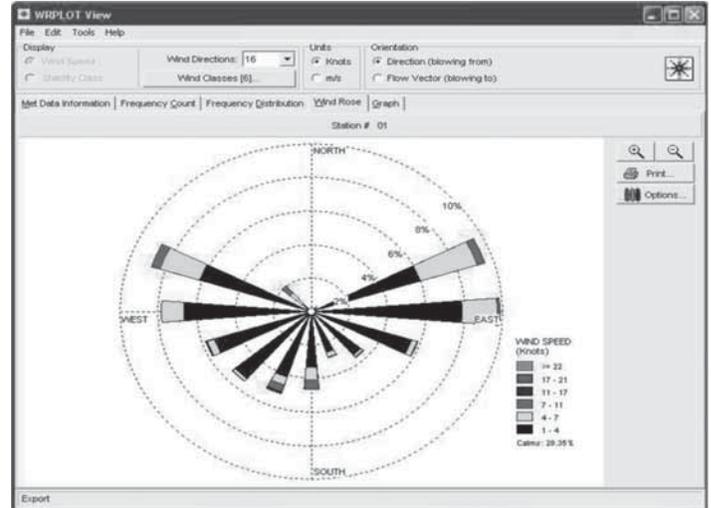


Figura 6 b) Rosa de vientos polar en la estación Giraldas, 2004. WRPlot View.

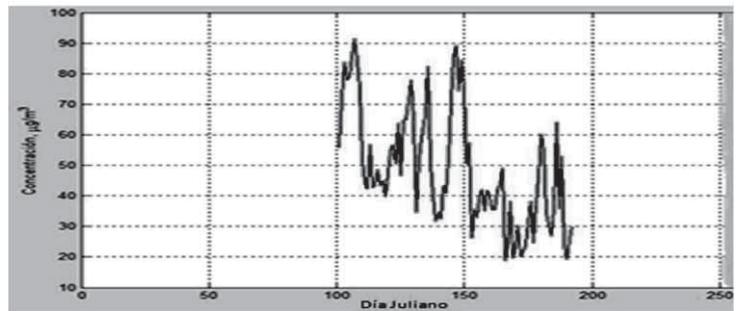


Figura 7. Comportamiento de las PM10 durante el período 10-Abril al 11-Julio de 2009

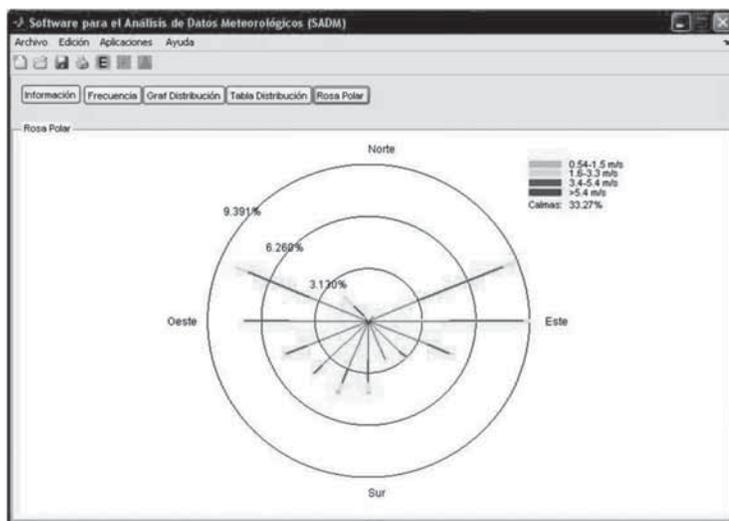


Figura 6 a) Rosa de vientos polar en la estación Giraldas, 2004. SADM.

En cuanto a la comparación con el PCRAMMET se observó que el SADM ofrece al usuario mayor flexibilidad y facilidad en su uso debido a su interfaz gráfica de la cual carece el PCRAMMET.

La Figura 7 muestra los promedios diarios de PM10 en el período de estudio propuesto. Se observa que los máximos de concentración se presentaron entre los días julianos 100 y 150 es decir, en los meses de abril a mayo y fueron de casi 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Durante este período el viento más frecuente que contribuyó a estos niveles, calculado con SADM, provino de la zona norte de la ciudad de Villahermosa.

Para relacionar cualitativamente los niveles de partículas con la magnitud del viento se obtuvo la

distribución de la velocidad del viento por meses (Figura 8a, 8b y 8c, respectivamente).

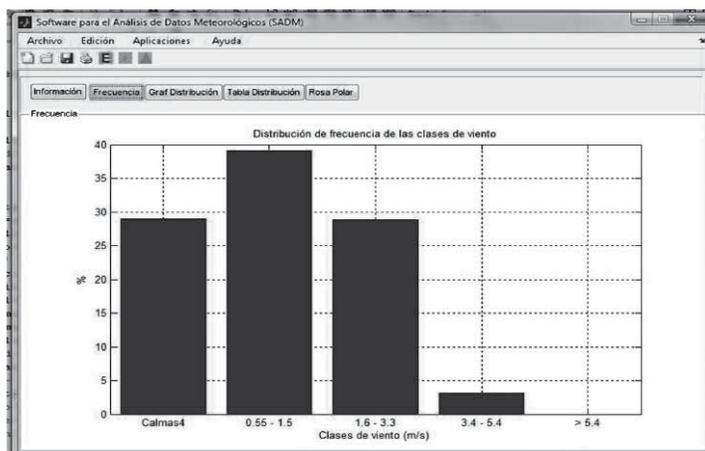


Figura 8 a). Distribución de los vientos en el período 10 de Abril al 9 de Mayo de 2009.

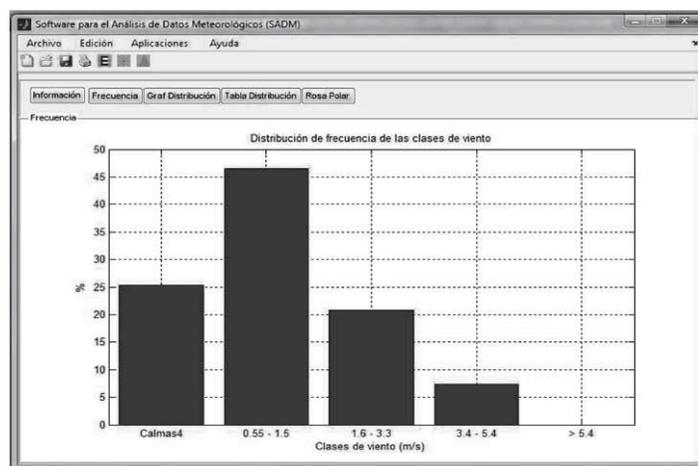


Figura 8 b). Distribución de los vientos en el período 10 de Mayo al 9 de junio de 2009.

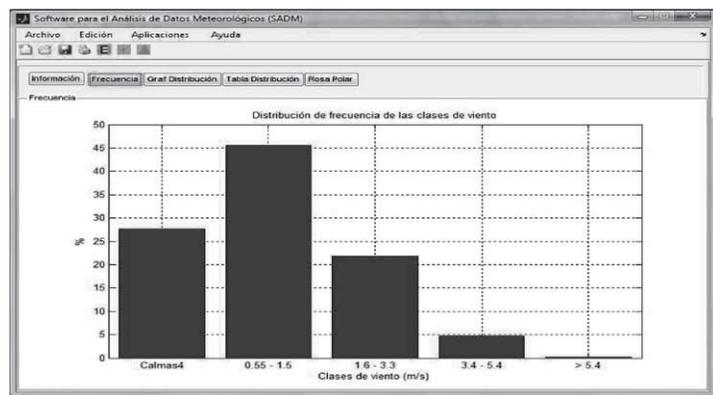


Figura 8 c). Distribución de los vientos en el período 10 Junio al 10 de Julio de 2009

Se observó que durante los tres meses los vientos en calma fueron superiores al 25%. Un alto porcentaje de vientos en calma es uno de los factores que pueden contribuir al establecimiento de máximos de concentración de partículas ya que en estas condiciones no se favorece el mezclado. Otro factor es la estabilidad atmosférica predominante, sin embargo en este caso no se pudo construir la rosa de estabilidad por carecer de información sobre la nubosidad.

Conclusiones

El desempeño del SADM en fase de prueba fue satisfactorio. Las rosas de vientos y estabilidad calculadas fueron semejantes a las calculadas con el software WRPLOTView. Su aplicación a los datos meteorológicos de 2008 recabados en la DACBiol mostró que los vientos dominantes fueron del este y del norte, hubo un 29 % de vientos en calma, y 49% de los vientos estuvieron en el rango clasificado como ventolina. El SADM facilitó el análisis mensual de los vientos en el período de abril a julio de 2009 donde también se recolectaron datos de partículas contaminantes, permitiendo concluir que los vientos dominantes vienen del norte de la ciudad y que más del 25% se constituyen como vientos en calma, que no favorecen la dispersión de contaminantes atmosféricos.

Literatura citada

Aldershot, Ashgate. 2001. The environmental debate and the problem of urban air pollution.

Ahrens, C. Donald. 1998. Essentials Of Meteorology: an invitation to the atmosphere. 2nd edition. Wadsworth Publishing Company. United States, ISBN 0-534-53766-9

Bishop, Paul L. 2000. Pollution Prevention: Fundamentals and Practice. McGraw Hill International Editions. Singapore, ISBN 0-07-11605-82

Berthouex M.P. y Brown C.L. 2002. Statistical for Environmental Engineers. 2ed. CRC Press LLC. Boca Ratón, Florida. 489 pp.

Espert A.V. y López J.A. 2004. *Dispersión Atmosférica de contaminantes en la Atmósfera.* Alfaomega, Grupo Editor. Valencia, España. 218 pp.

EPA. 2000. Guía del usuario pcrmmet. Environmental Protection Agency. Office of air quality planning and standards emissions, monitoring, and analysis division research triangle park. 73 pp

Martínez A.P, Romieu I. 1997. *Introducción al Monitoreo Atmosférico.* Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. México. 211pp.

Pasquill F. 1961. The estimation of the dispersion of windborne material. Meteor. Mag. 90, 33-49.

Schnelle B.K. y Partha R.D. 2000. *Atmospheric Dispersion Modelling Compliance Guide.* McGrawHill. USA.250pp.

Smith T.S. 2006. *Matlab Advanced GUI Development.* Dog ear Publishing. USA. 299pp.

Turner. 1964. A diffusion model for an urban area. Journal of Applied Meteorology., N° 3, 83-91

Zannetti P. 1990. *Air Pollution Modeling.* Van Nostrand Reinhold. New York. 444pp.

CONTENIDO

Producción de biogás a partir del residuo gástrico-ruminal de ganado bovino en el trópico húmedo JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA, JUAN CARLOS ADOLFO FERNÁNDEZ WITT, ISRAEL MIRANDA ÁVILA, GUILLERMO MORALES PANIAGUA	5
Reactores anaerobios aplicados a comunidades rurales LUIS ALBERTO ESCOBEDO CAZAN, NOEMÍ MÉNDEZ DE LOS SANTOS Y GASPAR LÓPEZ OCAÑA	9
Herpetofauna asociada a ambientes urbanos y suburbanos de Villahermosa, Tabasco, México MA. DEL ROSARIO BARRAGÁN VÁZQUEZ, CLAUDIA ELENA ZENTENO RUIZ, CAROLINA SOLIS ZURITA, MARCO ANTONIO LÓPEZ LUNA, ERICK HERNÁNDEZ ESTAÑOL, MOISÉS MARTÍNEZ ZETINA, LILIANA RÍOS RODAS, JOAQUÍN A. HERNÁNDEZ VELÁZQUEZ, YOLANDA RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, DAVID PEREGRINO REYES, GUSTAVO RODRÍGUEZ AZCUAGA Y MARIANA DEL C. GONZÁLEZ RAMÓN	19
Comparación de la riqueza de especies del orden Chiróptera en México y Colombia CONTRERAS GARCÍA MARÍA DE JESÚS, PÉREZ PÉREZ ROSA AURORA, ARÉVALO JIMÉNEZ JUAN ARMANDO, SÁNCHEZ CARRIZOSA KARINA Y MIRCEA G. HIDALGO MIHART	27
Uso medicinal de la Familia SOLANACEAE en Tabasco MIGUEL ALBERTO MAGAÑA ALEJANDRO Y CARLOS MANUEL BURELO RAMOS	33
Los escombros como agregados en la industria de la construcción NOEMÍ MÉNDEZ DE LOS SANTOS, CARLOS RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, NÉSTOR CRUZ GÓMEZ, JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA	37
Evaluación preliminar del extracto de pituitaria de carpa y de la gonadotropina coriónica humana en la calidad espermática de <i>Cichlasoma urophthalmus</i> MARÍA J. CONTRERAS-GARCÍA, LENIN ARIAS-RODRÍGUEZ, ROSA A. PÉREZ-PÉREZ, Y TERESA J. MANRÍQUEZ-SANTOS	47
Diseño del software de análisis de datos meteorológicos: Fase de prueba E. MAGAÑA-VILLEGAS, S. RAMOS-HERRERA, J.M. CARRERA-VELUETA, J.R. HERNÁNDEZ- BARAJAS	55
Ecoturismo en áreas naturales protegidas ¿Una alternativa para el desarrollo económico rural? CAROLINA ZEQUEIRA LARIOS, LILIA MA. GAMA CAMPILLO, MA. ELENA MACÍAS-VALADEZ Y JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA	63
Análisis temporal de la concentración de partículas pm₁₀ en Villahermosa, Tabasco SERGIO RAMOS-HERRERA, RAÚL BAUTISTA-MARGULIS, ARTURO VALDEZ-MANZANILLA Y MANUEL ESTEBAN-CASTRO	69
NOTA	
Biotechnología ambiental: Un acercamiento a la química y a los compuestos Xenobióticos RODOLFO GÓMEZ CRUZ	77
Proyectos de investigación en desarrollo con financiamiento externo	81
Eventos Académicos 2010.....	89
Avisos.....	93
Instrucciones para publicar en Kukulkab'.....	

