

# Memorias



**LA ORGANIZACIÓN MEXICANA DE METEORÓLOGOS, A.C.  
CONVOCA DEL 13 AL 17 DE NOVIEMBRE:**

## **XXVI CONGRESO MEXICANO Y XI INTERNACIONAL METEOROLOGÍA**



[ommac.org@gmail.com](mailto:ommac.org@gmail.com)

[www.ommac.org](http://www.ommac.org)



Organización Mexicana  
de Meteorólogos, A.C.



# Patrocinadores



- Abundancia de la Ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, BCS y su correlación con Factores Climáticos y Ambientales.
- Análisis de datos índices de cambio climático en la cuenca del río Usumacinta.
- Análisis de factibilidad de desempeño del modelo WRF bajo un esquema virtualizado.
- Análisis y comparación de mediciones de precipitación entre dos instrumentos para eventos en Juriquilla, Querétaro.
- Análisis y aplicación de datos climáticos para un diagnóstico de vulnerabilidad clima-salud en el estado de Veracruz.
- ATMOSPHERIC SCIENCES FRONTIERS: AN EARLY PERSPECTIVE OF THE FIRST UAM-I'S B.S. IN METEOROLOGY GENERATION.
- Balance de radiación ante nubosidad intermitente.
- Balance de radiación sobre un bosque natural en el centro del estado de Veracruz.
- Bases de datos climáticos de México para su uso en arquitectura sustentable.
- Caracterización del fenómeno de inversión térmica en el valle de Aburrá.
- Comparación de temperaturas máximas y precipitación pluvial en la cuenca del Papaloapan en el periodo 1980-2014.
- Condiciones Atmosféricas y su variabilidad en la región Costa del Pacífico Central Mexicano.
- Construcción de una estación meteorológica con implementación de envío de datos mediante el uso de shield GSM/GPRS.
- Contaminación del aire por material particulado PM<sub>10</sub> en las zonas conurbadas de Puerto Vallarta.

- DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE CALOR ANTROPOGÉNICO EN LA CIUDAD DE MÉXICO MEDIANTE INVENTARIOS.
- DISEÑO PRELIMINAR DE UN CALIBRADOR PARA BARÓMETROS
- El Área Natural Protegida Bosque de Tlalpan como “isla de frescor” en la Ciudad de México.
- El Clima en la Tierra: una reflexión sobre su evolución y desarrollo.
- EL PAPEL DE LA HUMEDAD ABSOLUTA EN LOS ESTUDIOS CLIMÁTICOS.
- EL PAPEL DE LOS JESUITAS EN LA METEOROLOGÍA.
- Estación de Monitoreo de Clima Espacial ESFM-IPN.
- Estudio comparativo entre el cálculo de lluvias extremas mediante el método de valores extremos de Gumbel vs el método IDW adaptado con series de tiempo no convencionales.
- Estudio de confiabilidad de la Red de Observación de Superficie.
- Estudio de las granizadas y sus efectos en la agricultura en el departamento de Huancavelica-Perú para el año 2015.
- Estudio sobre huracanes de rápida intensificación en las costas del pacífico occidental mexicano en el periodo de 1970-2015.
- ESTUDIOS DEL IMPACTO DE LA TENDENCIA CLIMÁTICA A LARGO PLAZO SOBRE EL SUELO POR ESTRÉS HÍDRICO: TLAXCALA, MÉXICO.
- Evaluación de parametrizaciones de nubes cúmulus con el modelo WRF para el pronóstico de lluvia en el sureste de México.
- Foro de discusión en línea para ciencias atmosféricas.
- HURACANES RECIENTES CON IMPACTO EN LA COSTA OCCIDENTAL DE MÉXICO.
- INFLUENCIA DE LA FECHA DE SIEMBRA EN EL DESARROLLO FENOLÓGICO Y RENDIMIENTO DEL GIRASOL.

- METEOROLOGICAL ANALYSIS OF THE UNUSUAL TORNADIC EVENT IN CIUDAD ACUÑA, COAHUILA, MEXICO, ON 25 MAY 2015.
- Metodología propuesta para elaboración de identificación de amenaza por tormentas de granizo.
- Propuesta de alertas hidrometeorológicas para un municipio. Estudio de caso: Banderilla, Veracruz.
- ¿QUÉ CULPA TIENE “EL NIÑO”?
- Retos para un estudiante al momento de entrar al área operativa de la meteorología en el Centro Hidrometeorológico de Boca del Rio, Veracruz.
- Selección de estaciones climatológicas a nivel nacional para incluirla en la red regional de América Latina y el Caribe.
- SEQUÍA INTRAESTIVAL EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL CIELO Y SU ENTORNO, TAMAULIPAS, MÉXICO.
- THE SPATIAL DISTRIBUTION OF TORNADOES IN MEXICO.
- Tiempo Severo en México.
- UNA POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL DESEMBARCO DEL TIBURÓN *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson, 1836) EN EL GOLFO DE MÉXICO Y EL NÚMERO DE MANCHAS SOLARES (ÍNDICE DE ZÜRICH).
- Uso de herramientas GIS para la evaluación de la variable de evaporación en el balance de una cuenca.
- Variabilidad climática generada por cambios de uso de suelo y vegetación en la región central del estado de Veracruz, México.
- Variación espacial y temporal de las horas frías, en México. Importancia para la fruticultura de climas templados.
- Visual de cuencas hidrológicas riesgosas que cruzan zona urbana de Puerto Vallarta.



# Abundancia de la Ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno, BCS y su correlación con Factores Climáticos y Ambientales.

Bernardo Vargas Cárdenas<sup>1</sup>, Guadalupe Muñoz Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CDMX, México.

<sup>2</sup>Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN, CDMX, México.

Estudiamos las series de tiempo de conteo de ballenas grises en las lagunas Ojo de Liebre y San Ignacio, Baja California Sur de 1996 a 2016, así como las estimaciones de abundancia de la población del Pacífico nororiental de 1967 a 2001 y de 2006 a 2010 mediante métodos del análisis de Fourier. Mostramos que todas estas series de tiempo son de naturaleza cíclica o periódica y que sus curvas de ajuste reflejan eventos bien conocidos, como la gran mortalidad de 1999-2000, el fenómeno de las ballenas flacas, observado en ese mismo período y durante las temporadas de migración de 2007-2008 y otros eventos reportados en la literatura científica. Encontramos una gran correspondencia entre las variaciones de las series mencionadas y las del Oceanic Niño Index.

Se encuentran otras periodicidades, como una de cerca de años que parece corresponder con el bien conocido ciclo de actividad solar, cuya longitud es variable en el tiempo pero que cae dentro del rango; otras periodicidades encontradas aparecen en las series de tiempo de rayos cósmicos galácticos y son producidas por la modulación solar. Esto puede indicar que la población de ballena gris aparentemente posee una sensibilidad fuerte al efecto de variaciones climáticas o ambientales debidas al ciclo de actividad solar. Finalmente, predecimos un decremento importante en la abundancia de ballenas grises para la temporada siguiente (otoño 2016 – primavera 2017) seguido por una recuperación moderada un año después.





# Análisis de datos índices de cambio climático en la cuenca del río Usumacinta

Naydú Isabel Pérez Ortíz  
Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

En su V Informe de evaluación, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), concluye que existe evidencia inequívoca de un calentamiento del sistema climático, y de que el cambio climático derivado de éste, es la mayor amenaza a la que se enfrenta la humanidad, ya que implica no sólo variaciones en las condiciones climáticas de largo plazo sino también variaciones en las condiciones meteorológicas, particularmente en las de tipo extremo (IPCC, 2014).

Este trabajo tiene como objetivo principal demostrar el estado que guarda el cambio climático en la cuenca del río Usumacinta a partir del análisis de las variables climáticas diarias observadas disponibles, como lo son la temperatura en superficie (máxima y mínima) y la precipitación; para ello se utilizan los índices de cambio climático propuestos por el Grupo de Expertos en Índices y Detección de Cambio Climático (ETCCDI) para determinar los cambios del clima y sus tendencias en al menos 30 años ya que su uso ha permitido mejorar el diagnóstico global de los cambios en extremos de temperatura y precipitación que han sido reportados en las evaluaciones del IPCC

Como se discutirá con detalle al abordar la metodología en el trabajo en extenso, el cálculo de los índices del ETCCDI en la región de la cuenca del río Usumacinta, requirió llevar a cabo un control riguroso de calidad en las series de datos climáticos con base en pruebas estadísticas para detectar y etiquetar valores sospechosos. Asimismo, fue necesario aplicar pruebas de homogeneidad a las series de tiempo para trabajar solamente con las series homogéneas y realizar experimentos de homogeneización en el resto, tal proceso se llevo a cabo con CLIMATOL (con base en el uso y experiencias de la comunidad europea) ya que se consideró realizar una estimación de datos faltantes en las series homogéneas, así como homogeneizar experimentalmente, como ya se mencionó, las series no homogéneas y así eliminar perturbaciones en las series de tiempo asociadas a cambios en las condiciones de observación u otros factores de origen no climático. Un propósito constante en estos procesos es el de rescatar información histórica en los registros de las estaciones. De igual manera, se describen los resultados obtenidos al realizar el cálculo de los índices de cambio climático del ETCCDI (RClmDex) presentando dichos resultados en gráficos estadísticos y mapas para describir el comportamiento de los índices y sus tendencias en la región de la cuenca del río Usumacinta por cada índice seleccionado.

En atención a las recomendaciones de la Comisión de Climatología de la Organización Meteorológica Mundial para el cálculo de estadísticas de referencia del clima (OMM-100, 2011), los análisis se realizaron para un periodo de 30 años (los que presentaron el mayor número de observaciones disponibles), en este caso el periodo de 1965 a 19942.





# Análisis de factibilidad de desempeño del modelo WRF bajo un esquema virtualizado

<sup>1</sup> Miguel Ángel Vázquez Zavaleta e <sup>2</sup> Indalecio Mendoza Uribe

<sup>1</sup>Gestión del Agua y Medio Ambiente S.C., Morelos, México.

<sup>2</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Morelos, México.

Frente a los constantes cambios que enfrenta el planeta hoy en día, la predicción del tiempo atmosférico se ha vuelto fundamental para prevenir y mitigar efectos causados por los distintos fenómenos meteorológicos. El predecir el tiempo meteorológico requiere de la ejecución de modelos numéricos de alta resolución, de entre los cuales se encuentra el modelo WRF, siendo un sistema de modelado atmosférico de última generación diseñado para la investigación y para la predicción numérica del tiempo. Sin embargo, este tipo de modelos operan bajo ambientes UNIX/Linux en equipos de cómputo de alto rendimiento, los cuales representan costos elevados para realizar casos de estudio dirigidos por estudiantes, investigadores, dependencias municipales e incluso estatales. Por esta razón, se analiza la factibilidad de ejecución y desempeño del modelo numérico WRF en un esquema virtualizado y en equipos de cómputo no especializados, es decir, esquemas basados en la creación de réplicas físicas bajo software.

La virtualización de servidores con un ambiente de código abierto ha permitido ejecutar el modelo WRF a un bajo costo, explotando al máximo las características físicas del equipo e incluso operar diversos sistemas en tiempo real, esta ventaja ha permitido generar acciones de post-procesamiento de información a la par, siendo una prerrogativa latente de la virtualización cuando únicamente se cuenta con un equipo destinado a este fin, es de destacar, que la velocidad de los procesos del modelo WRF decrece de acuerdo a las características propias del equipo, siendo más eficiente en la ejecución de casos de estudio con características limitadas.





# Análisis y comparación de mediciones de precipitación entre dos instrumentos para eventos en Juriquilla, Querétaro.

José Daniel Pretelín Ramos<sup>1</sup>, Fernando García-García<sup>2</sup> y Guillermo Montero-Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup> y <sup>3</sup> Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México. Coyoacán, Ciudad de México, México.

Con la finalidad de comparar mediciones de precipitación realizadas con dos instrumentos diferentes – un disdrómetro Campbell PWS100 y un pluviómetro Texas TR-525M – se analizaron registros de precipitación para varios eventos durante los años 2015 y 2016, en la estación Juriquilla, Querétaro, perteneciente a la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA) de la UNAM.

El disdrómetro Campbell PWS100 (sensor de tiempo presente, por sus siglas en inglés) es un instrumento que mide la cantidad de precipitación basándose en la dispersión de cuatro haces de luz detectada mediante dos sensores cuando alguna partícula pasa a través de ellos, mientras que el pluviómetro Texas TR-525M es un instrumento colector de tipo balancín.

Con base en los registros de cada instrumento, se obtuvieron los acumulados de precipitación para diversos eventos. Además, se calcularon las intensidades de precipitación a partir de las gráficas de la lámina de lluvia por evento para diferentes intervalos de tiempo. Los resultados del análisis de cantidad de lluvia acumulada indican que en todos los casos el disdrómetro registra valores más grandes. Sin embargo, las intensidades de precipitación calculadas fueron – dentro de las incertidumbres de ambos instrumentos – similares en la mayoría de los casos para intervalos de medición mayores que 20 minutos; y para intervalos de pocos minutos, los valores de las intensidades de precipitación difieren más entre sí.

Se concluye que la elección del uso del disdrómetro o el pluviómetro está en función del tipo de información que se requiera: el disdrómetro es el instrumento idóneo si se requiere información detallada del espectro de gotas de lluvia (velocidades y tamaños); mientras que, si sólo se necesita conocer la cantidad de lluvia durante un evento, el pluviómetro es un instrumento más práctico, simple y económico.





# Análisis y aplicación de datos climáticos para un diagnóstico de vulnerabilidad clima-salud en el estado de Veracruz.

Omar Alejandro Sosa Organista<sup>1</sup>, Jorge Luis Vázquez Aguirre<sup>2</sup> & Oscar Sánchez Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Integrante de la LGAC: “Datos, predicción y servicios climáticos”.

<sup>3</sup> Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento.

El tema de la variabilidad climática, cambio climático y sus afectaciones a diversos sectores (salud, agricultura, etc.). En apego a las recomendaciones hechas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Marco Mundial para los Servicios Climáticos, en México se ha venido abordando recientemente por medio de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) la intención de conocer la relación existente de las variables meteorológicas y el aumento de enfermedades epidemiológicas.

La estructuración de un Grupo de Trabajo ante el Cambio Climático en Veracruz, llevo a la elaboración de un “Diagnóstico de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático” por parte de la Secretaria de Salud de Veracruz (SEVER) en donde se incorporó el LGAC3: Datos, predicción y servicios climáticos de la Universidad Veracruzana, para el manejo de información climatológicas y el análisis variables epidemiológicas sensitivas al clima como es el caso de enfermedades diarreicas agudas (EDAS), infecciones respiratorias agudas (IRAS) y enfermedades transmitidas por vector (ETVS).

Mediante el uso de datos climatológicos, mallas regulares y el uso de sistemas de información geográfica, se planteó la realización de mapas representativos a escala estatal para la identificación de las demarcaciones y municipios del estado de Veracruz más vulnerables, por medio de un índice que contiene en su estructura datos sociodemográficos. Anexando también un análisis estadístico de regresión simple que describa el comportamiento de las enfermedades a estudio (EDAS, IRAS y ETVS) a nivel jurisdicción.





# ATMOSPHERIC SCIENCES FRONTIERS: AN EARLY PERSPECTIVE OF THE FIRST UAM-I'S B.S. IN METEOROLOGY GENERATION

Daribel H. Hernández and Dulce M. Nieto Rodríguez

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, Ciudad Universitaria, and Universidad Autónoma Metropolitana-  
Unidad Iztapalapa, Ciudad de México.

The geographic location of Mexico is favourable to be affected by wide variety of hydro-meteorological phenomena like easterly waves, tropical cyclones, cold fronts and so on. Then, it is natural to think that a meteorological phenomenon such as a hurricane could severely affect a region, therefore a large number of meteorologists would work hard to safeguard the wellness of the population. Nevertheless, Mexico does not have enough specialists in the atmospheric sciences to cover the needs of analysing the climate and weather phenomena. Few universities offer the Bachelor's degree in Atmospheric Sciences, at the beginning of 2016 only the Universidad Veracruzana had the career, later at 2017, the Universidad Autónoma Metropolitana began teaching it in the Unidad Iztapalapa, thus becoming in the second university in offer undergraduate studies in meteorology. Therefore, it is necessary to create the B.S. in meteorology in different universities over Mexico for increased the number of professional on the field.

This action is important and urgent to contribute to the training of highly trained human resources to apply a fully scientific approach to the study of these phenomena and their possible effects on the population (Nuñez et al. 2014). On the other hand it is significant to motivate students to learn about severe weather forecasting, enhance writing skills, gain exposure to professional meteorologists, and explore a wide variety of career options through lectures, discussions, and tours. Besides, part of the challenge with increased interest, and subsequent increased undergraduate enrollments, is to develop curricular programs that both engage students and further their knowledge of the atmosphere (Godfrey et al. 2011; Barret and Woods, 2012).

This study is focus on several challenges and the academic aspirations of the first generation of undergraduate students in atmospheric sciences. For them it was necessary to apply a survey of 32 questions to know the situation that led them to study meteorology, the satisfaction of having completed their first year, specific interests in the field of atmospheric sciences, aspirations of academic and operational work, the importance of their role in society, and so on.





# Balance de radiación ante nubosidad intermitente

Juan D. López Reyes<sup>1</sup>, Diego Villegas De la Portilla<sup>2</sup>, Adalberto Tejeda Martínez<sup>3</sup>, Carlo A. Domínguez Eusebio<sup>4</sup>.

<sup>1,2 y 3</sup> Facultad de Instrumentación Electrónica, Xalapa. Veracruz, México.

<sup>4</sup> Instituto de Ecología y Biotecnología Aplicada, Xalapa Veracruz, México.

La radiación solar es la principal fuente de energía en nuestro planeta, ya que mantiene la vida como la conocemos. A nivel de superficie, esta radiación puede dividirse en cuatro componentes: dos de onda corta (incidente y reflejada) y dos de onda larga (incidente y emitida por la superficie). A la suma algebraica de las cuatro componentes se le conoce como balance de radiación, el cual condiciona la cantidad de energía disponible para procesos de calentamiento y cambio de fase del agua en superficie.

El balance de radiación sufre cambios ocasionados por diversos factores (e.g. gases en la atmósfera, cobertura de suelo, etc), siendo la nubosidad uno de los que frecuentemente alteran la cantidad de radiación que llega a la superficie. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es conocer los posibles cambios en el balance de radiación superficial, provocados por el paso de nubosidad intermitente, así como el periodo de desfase entre ambos fenómenos.

Mediante el uso de un radiómetro de cuatro componentes (NR01, Campbell Scientific) instalado en una torre de 10 metros de altura en la Facultad de Instrumentación Electrónica de la Universidad Veracruzana en Xalapa, Veracruz, México (19° 30' 57.32" N y 96° 55' 05.84" O a 1357 msnm), se hicieron mediciones a una frecuencia de 4 min<sup>-1</sup> de las cuatro componentes de la radiación. Para tal fin se modificó la programación del Datalogger CR3000 mediante el uso del software CRBasic, el cual es un lenguaje basado en BASIC.

Los resultados preliminares indican que, al menos en este sitio de estudio, al paso de nubosidad intermitente el balance de radiación sufre alteraciones significativas, modificándose principalmente la radiación incidente, con ligeros cambios en la emitida y reflejada por la superficie, y por tanto en el albedo superficial.





# Balance de radiación sobre un bosque natural en el centro del estado de Veracruz.

José Antonio Guzzi Férez<sup>1</sup>, Adalberto Tejeda Martínez<sup>2</sup> & Irving R. Méndez Pérez<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Grupo de Climatología Aplicada de la Universidad Veracruzana

<sup>3</sup> Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana.

El conocimiento del balance de radiación solar y terrestre, se obtiene a través de mediciones realizadas en campañas y despliegues instrumentales en diferentes partes del mundo. Los datos generados de una u otra de estas formas ayudan a tener una caracterización aproximada del balance energético en la superficie del planeta.

En México no es abundante la información sobre radiación, por lo que es necesario realizar análisis del comportamiento del balance de radiación bajo diferentes condiciones de las superficies, de sistemas meteorológicos y regímenes climáticos..

Para la presente investigación, se usarán datos de las componentes entrante y saliente de radiación de onda corta y larga, obtenidas en El Riscal (19°28'54,04"N; 96°59'44,80"W; 1570 msnm), sitio ubicado a 10 km de distancia de la ciudad de Xalapa. La información proviene de un sistema de cuatro radiómetros modelo NR01 de la marca Campbell Scientific, montados a una altura de 15 m sobre un "bosque natural". Se usarán datos de los años 2015 y 2016 que fueron almacenados cada 10 minutos.

Se evaluarán los efectos de circulaciones locales –como la presencia de nortes, suradas o perturbaciones tropicales- sobre los balances de radiación, para lo cual se harán comparaciones gráficas y de las significancias estadísticas de las diferencias en las medias y las varianzas, entre los valores previos, durante y posteriores al paso de estos sistemas meteorológicos, así como el impacto en dicho balance del ciclo anual del albedo.





# Bases de datos climáticos de México para su uso en arquitectura sustentable

Leonardo Quirino Olvera<sup>1</sup>, Adalberto Tejeda Martínez<sup>2</sup> & Antonio Velázquez Ruíz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Grupo de Climatología Aplicada de la Universidad Veracruzana.

<sup>3</sup> Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

No es discutible que los recursos de la Tierra son finitos, que su capacidad de absorber nuestros desechos son limitados, y si queremos sobrevivir como especie no podemos continuar con una irracional explotación del medioambiente, por lo que debemos actuar de una manera sustentable.

El Grupo de Climatología Aplicada de la Universidad Veracruzana está en proceso de generar un directorio de bases de datos climáticos nacionales para facilitar información a los profesionales del diseño arquitectónico sustentable, siguiendo los criterios clásicos de V. Olygay (1963) en el libro *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, hasta los requerimientos de software de diseño modernos. En esta ponencia se presentarán avances de este trabajo.

Las diferentes fuentes de datos estimados o interpolados, se cotejarán con información observada a fin de que el directorio proporcione criterios generales sobre la calidad de los datos no medidos.

En colaboración con el Centro Universitario de la Costa (CUC) de la Universidad de Guadalajara, se hizo un compendio bioclimático que se mostrará como ejemplo del análisis de información que acompañará al directorio mencionado. En este ejemplo, se usaron datos de la estación tipo Davis que se ubica en el campus del CUC (20° 42' 14" N, 105° 13' 20" W & 20 MSNM). Se usaron los registros de cada diez minutos desde el 7 de noviembre del 2007 al 26 de junio del 2017, de temperatura ambiente, humedad atmosférica, viento en superficie, radiación solar, precipitación pluvial y horas de brillo de sol.

Los resultados se utilizaron para alimentar una hoja de cálculo que arroja como salidas recomendaciones para el diseño arquitectónico (Gómez-Azpeitia, 2017; comunicación personal). Con esta herramienta se obtienen, por ejemplo para Bahía de Banderas, su caracterización climática para propósitos de diseño arquitectónico, estimaciones de la radiación solar incidente sobre superficies horizontales y muros verticales ante situaciones despejadas y nubladas, las condiciones de bienestar térmico por temporadas del año y periodos del ciclo diurno y, sobre todo, recomendaciones de diseño arquitectónico y características deseables de la envolvente de los edificios para mejorar el desempeño térmico al interior, generando un mejor confort y uso eficiente de los recursos para beneficio de los habitantes.





# Caracterización del fenómeno de inversión térmica en el valle de Aburrá

Dina V. Gómez, Ángela M. Rendón, Juan F. Salazar  
Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Los valles urbanizados pueden experimentar serios problemas de contaminación atmosférica, como resultado de la combinación de su ventilación limitada y la alta emisión de contaminantes desde áreas urbanas. La ventilación no solo puede estar limitada por barreras orográficas, sino también por el efecto de taponamiento asociado con una inversión térmica de bajo nivel. La inversión térmica puede afectar fuertemente la calidad del aire de un valle urbano debido a su influencia en el intercambio de aire entre la atmósfera superior y la que está debajo de la capa de inversión. Una mejor comprensión de las características de las inversiones térmicas y su relación con la calidad del aire es de particular importancia para los procesos de toma de decisiones, relacionados con la planeación urbana en ciudades en desarrollo, ubicadas en terrenos de montaña. De manera particular, el valle de Aburrá (Colombia) es un valle de topografía compleja y altamente urbanizado, en donde es normal la ocurrencia de inversiones térmicas. A través de un análisis observacional de la temperatura real de atmósfera local, durante los años 2015 y 2016, se caracteriza el proceso de formación y de rompimiento de las capas de alta estabilidad atmosférica, así como su variabilidad estacional. Finalmente, se discuten las implicaciones de estos eventos en la calidad del aire del valle.





# Comparación de temperaturas máximas y precipitación pluvial en la cuenca del Papaloapan en el periodo 1980-2014

Federico Guillermo Casarin Puglia.

Licenciatura en geografía. Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

El objetivo de este trabajo consiste en conocer las variables temperatura máxima y precipitación en la región de la Cuenca del Papaloapan en el periodo de 1980-2014 en el cual se dividieron en 4 periodos de 10 años. Donde compararemos si habido una disminución o un aumento de las variables estudiadas, donde lo relacionaremos con los eventos climáticos y antropogénicos con la ayuda de mapas térmicos. Se consideró 1980 porque en ese año cerro la exclusa de la presa Miguel de la Madrid o Cerro de Oro confinado al rio santo domingo, hemos considerado para profundizar el estudio revisar los eventos oceánicos denominado oscilación del sur o niño y su contra parte la niña como causantes del aumento de la temperatura y la disminución de precipitación pluvial. Para ello se seleccionaron 39 de 120 estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) dentro del área de estudio, fueron las únicas estaciones meteorológicas que obtenían los datos completos de las variables estudiadas. Una vez seleccionadas las estaciones con sus respectivas coordenadas geográficas, se comenzó a capturar los datos de los 4 periodos seleccionados. Calcularemos con las formula de Enriqueta García los gradientes térmicos de cada periodo, para poder así integrarlo a los sistemas de información geográfica y como resultado obtendremos los mapas térmicos y de los mapas de isoyetas. Los resultados capturados fueron en el periodo de 1980-1984 la temperatura máxima promedio fue de  $31.98^{\circ}\text{C}$ , con una precipitación pluvial de 332055 mm mientras que en el periodo 1990-1994 la temperatura máxima promedio es de  $31.6^{\circ}\text{C}$  con una precipitación pluvial 238159 mm. En el periodo 2000-2004 la temperatura máxima promedio es de  $32.65^{\circ}\text{C}$  con una precipitación pluvial 271092 mm. En el periodo 2010-2014 la temperatura máxima promedio es de  $32.79^{\circ}\text{C}$  con una precipitación pluvial 3119409 mm. Con estos resultados se observó a primera instancia un aumento de la temperatura máxima de  $0.81^{\circ}\text{C}$  y una disminución en las precipitaciones fluviales, con los mapas térmicos y los mapas de isoyetas veremos cuáles son los lugares con mayores afectaciones de acuerdo con estos resultados. Con los mapas de uso de suelo sacados del Instituto Nacional de Geografía Estadística (INEGI) haremos una comparación de zona de cobertura boscosa o cobertura verde nos permite saber la humedad relativa de la cuenca del Papaloapan ya que abarca desde nivel del mar a 3000 msnm.





# Condiciones Atmosféricas y su variabilidad en la región Costa del Pacífico Central Mexicano

Fátima Maciel Carrillo González, Julio César Morales Hernández,  
Antonio Velázquez Ruiz y María Carolina Rodríguez Uribe

Con base a casi diez años de monitoreo de una red de estaciones meteorológicas automáticas en la región que rodea Bahía de Banderas más la información histórica de la red de CONAGUA - SMN, ha permitido describir con más detalle espacial y temporal las características climatológicas de la región para las principales variables atmosféricas como temperatura, precipitación, viento y radiación solar. Además ha permitido identificar algunos patrones de variabilidad relacionados con el fenómeno del ENSO y los señalamientos que el IPCC reporta respecto al cambio climático global. Se presenta las variabilidades de las tendencias de los promedios respecto a lo que marca el IPCC del 81-2010 y del 61-90, marcando la variabilidad y su relación con diversos índices.





# Construcción de una estación meteorológica con implementación de envío de datos mediante el uso de shield GSM/GPRS

Jonathan Ramírez Cerdán, Juan Francisco Rojas García y Antonio Luna Díaz Peón.  
Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

Este proyecto consiste en la construcción de una estación meteorológica para la medición de variables como temperatura, presión atmosférica, precipitación humedad relativa, viento, entre otros y la implementación de envío de datos utilizando la tecnología que nos ofrece un shield GSM/GPRS (Sistema Global de Comunicación para Móviles/Servicio General de Paquetes de Radio, respectivamente por sus siglas en inglés), para la recepción de dicha información en un teléfono celular.

La construcción de la estación fue pensada de tal forma que las condiciones del tiempo no afecten los componentes electrónicos y se optó por utilizar plástico para el cajón donde se encuentra el microcontrolador y para la estructura PVC. La parte electrónica fue hecha con el microcontrolador Arduino "UNO" y dos shield una de GSM/GPRS y una de sensores en la que se encuentra conectado todos los sensores de medición.

La información obtenida se comparó con una estación meteorológica Davis Vantage PRO 2 y un Sistema Eddy Covariance Cambell, además de instrumentos convencionales (de mercurio para temperatura y presión atmosférica). Los resultados obtenidos fueron con una variación de 0.1 °C en cuanto a la temperatura, menor a 0.5% en la humedad relativa, la presión atmosférica y la altura no presentaron variación, la velocidad del viento fue menor a 1 kph y la precipitación varió menos de 1.0 mm.

En cuanto a la transmisión de datos se configuró emulando al envío de información por telefonía celular y en las pruebas siempre se logró la transmisión de dicha información, por lo que se puede colocar en cualquier punto donde se tenga cobertura de telefonía celular para cubrir las expectativas de zonas alejadas, aisladas o en puntos de alta montaña.

Se concluye que la estación meteorológica construida cuenta con los estándares de calidad que se requieren para su uso y funcionamiento, además de tener una comunicación GSM para poder extraer datos de forma remota cuando se le requiere.





# Contaminación del aire por material particulado PM10 en las zonas conurbadas de Puerto Vallarta

Julio Cesar Morales Hernandez<sup>1</sup>, Víctor Manuel Cornejo López<sup>2</sup>, Javier Leopoldo López Rubio<sup>2</sup>, Fabiola Ponce Pelayo<sup>3</sup>, Kiara Rocksand Alatorre<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Unidad de Meteorología, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Exactas, Universidad de Guadalajara.

<sup>3</sup> Estudiante de Biología del Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

La región de Puerto Vallarta en los últimos años se ha desarrollado de manera acelerada, al mismo paso se ha incrementado la contaminación atmosférica debido al aumento de la cantidad de vehículos en circulación, nuevas fuentes puntuales, quemas agrícolas, por mencionar algunas. Las fuentes emisoras de contaminantes mencionadas con anterioridad, dan lugar a la formación del material particulado PM10 provocando una mala calidad del aire, el exponerse a estas partículas conduce al incremento de gastos médicos para el sector salud. La situación atmosférica indica la necesidad de un sistema de monitoreo de calidad del aire para región de Puerto Vallarta, la norma es de observación obligatoria para asentamientos humanos con más de 500 mil habitantes, donde el Programa Nacional de Monitoreo Atmosférico, tiene como objetivo: garantizar el diagnóstico y la vigilancia del estado de la calidad del aire, para generar información real, válida y comparable entre los diferentes sitios y redes, y para ser un instrumento fundamental en el establecimiento de políticas ambientales de protección a la salud de la población y de los ecosistemas. En la zona de estudio se ubicaron diez puntos de muestreo, en los cuales se localizan las zonas conurbadas de la región.

Para desarrollar el trabajo se realizarán las actividades que se mencionan a continuación: Búsqueda y revisión bibliográfica especializada de trabajos acordes a la investigación. Elaboración de una base de datos atmosféricos de la página oficial de la NOAA (Termodiagramas, la cual nos ofrece información útil de cómo se comportan las capas de aire en la atmosfera). Elaboración de una base de imágenes atmosféricas GOES y su interpretación de sistemas atmosféricos. Muestreo en puntos de interés de las áreas conurbadas para la toma de partículas suspendidas PM10 en el aire. Para realizar el muestreo se utilizó un sistema de medición de partículas suspendidas PM10 portátil, con un tipo de sensor óptico, por diferencia laser, en cada una de las estaciones anteriormente mencionadas, se tomaron los datos durante una semana diariamente por las mañanas (9:00 am).

Los datos fueron registrados en una base de datos en formato ASCII separado por comas para su posterior análisis en hoja de cálculo, correspondiendo los valores a fecha, hora, PM10, e IMECAS, en valores enteros 0-500. Estos datos IMECAS normalizados a la NOM NOM-034-ECOL-,1993. Se identifica una participación importante de partículas finas en el en la zona costera, representadas en promedio por una fracción de 0,619 del total de partículas suspendidas, lo cual tiene su explicación en la cercanía de las zonas urbanas de la región (vía de alto flujo vehicular) y la presencia de conglomeración de personas. Esta situación es preocupante debido que estas partículas de menor tamaño representan mayor riesgo para la salud, especialmente en las poblaciones más vulnerables (niños y ancianos).





# DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE CALOR ANTROPOGÉNICO EN LA CIUDAD DE MÉXICO MEDIANTE INVENTARIOS

Martín Bonifacio-Bautista <sup>a,b</sup>, Víctor L. Barradas<sup>b</sup>, A. Jazcilevich <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

<sup>b</sup> Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

La isla de calor es un mecanismo que aparece por la redistribución de la energía causada por la urbanización. Un factor que puede contribuir a su desarrollo es la energía generada por sus habitantes, del cual el flujo de calor vehicular es uno de los componentes con mayor contribución. Por lo que la determinación de este componente puede ser clave en el clima urbano.

El objetivo de este trabajo fue el de estimar el flujo de calor vehicular, a partir de una clasificación (taxis, automóviles, microbuses y autobuses) y de las horas a través del día, se compararon con un modelo global que estima los componentes del flujo de calor antrópico a escala urbana.

El modelo de determinación del calor antrópico se basa en un reparto sencillo de los calores generados por los vehículos, edificaciones y personas. La clasificación de vehículos se realizó mediante el análisis de videos tomados en un segmento del Eje 10 Sur, y también se contabilizó el flujo vehicular con sensores a nivel de calzada. Se reconstruyó el ciclo diurno del tránsito para una semana típica.

El análisis mostró que la mayor emisión de calor se da durante la mañana y tarde y que, al compararlo con la radiación neta en horas específicas del día, éste puede ser significativo, pues alcanza un valor alrededor de los  $20 \text{ W m}^{-2}$ . Esta emisión probablemente es semejante en avenidas con características similares a la analizada. También se debe considerar que éste es solo un componente del modelo de flujo de calor por actividades antrópicas, y probablemente este no variará significativamente ya que su emisión depende de las actividades diarias, actividades que son semejantes a lo largo del año.

El modelo LUCY (Allen *et al*, 2011) mostró que la generación total de calor antrópico ( $Q_p$ ) en áreas densas de la Ciudad de México, puede llegar a superar los  $100 \text{ W m}^{-2}$  para ciertas horas del día, en nuestra zona de estudio con el modelo se obtuvo un promedio de  $14 \text{ W m}^{-2}$  mientras que el  $Q_v$  obtenido por la clasificación obtuvo un promedio de  $17 \text{ W m}^{-2}$ .

Con los resultados obtenidos, es posible idealizar un auto estándar que permita estimar de manera más precisa el flujo de calor antrópico vehicular, en las diferentes vías de tránsito de la Ciudad de México, permitiendo obtener éste componente de forma más sencilla y rápida. De acuerdo a los resultados del modelo, mostraron que es necesario integrar el componente de flujo de calor antrópico en el balance de energía, para futuros estudios del clima urbano.





# DISEÑO PRELIMINAR DE UN CALIBRADOR PARA BARÓMETROS

Manuel García Espinosa<sub>1</sub>, Gutiérrez López W<sub>2</sub>, Cebada Fuentes R.<sub>3</sub>  
<sub>1 y 2</sub> Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, Cd. De México, MEXICO.  
<sub>3</sub> Facultad de Ingeniería, UNAM, Cd. De México, MEXICO.

La atmósfera terrestre es la capa gaseosa que envuelve a nuestro planeta tierra. Dicha capa tiene un peso al que se le conoce como presión barométrica o atmosférica y forma parte de las diversas variables meteorológicas como son la temperatura ambiental, Humedad relativa, velocidad y dirección de viento entre otras, las cuales nos ayudan a estudiar la atmósfera y su comportamiento.

Las diferencias en presión son el origen de las grandes corrientes atmosféricas. Los vientos y, finalmente, todos los elementos meteorológicos, cualesquiera que sean, son debidos a estas diferencias de presión. Pudiendo medir esta variable se puede hacer predicciones del tiempo a corto plazo, además que es posible alertar a la población de un posible evento hidrológico. De ahí la importancia de medir la presión barométrica de forma confiable. Para fines meteorológicos es necesario medirla desde el nivel del mar hasta la capa conocida como tropósfera, la cual tiene una altura que va desde los 6 hasta los 20 kilómetros.

El objetivo de este proyecto es el diseño y desarrollo de una cámara de calibración de presión atmosférica (cámara barométrica) que cuente con una buena precisión, rango y resolución que nos ayude a realizar la evaluación de los diversos barómetros comerciales que se utilizan en las estaciones meteorológicas automáticas. Con esto se tendrá la certeza de contar con un barómetro confiable para hacer estudios atmosféricos de calidad.

El área de Instrumentación Meteorológica del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México (CCA-UNAM) elaboró este diseño con la finalidad de apoyar a investigadores, meteorólogos y climatólogos que tienen la necesidad de comparar y calibrar sus barómetros. Mediante este proyecto podrán contar con su propia cámara de calibración a un precio económico y con soporte en el país.

Este prototipo se centra en la utilización de un sensor de presión comercial modelo BMP180 marca Bosch sensortec con certificado de fábrica el cual servirá como patrón, y un sistema electrónico de control automático basado en un microcontrolador de la familia Microchip el cual realizará la lectura de los sensores a calibrar, despliegue de información, procesamiento y envío de la información a una computadora para su posterior análisis.

Además contará con una memoria de almacenamiento de información de 64 K, un reloj de tiempo real para la sincronización de la toma de muestras, asimismo se podrá conectar a una PC para recuperación de los datos obtenidos, por medio de un programa de aplicación desarrollado específicamente para este fin en Visual Basic utilizando el puerto de comunicación serial RS-232





# El Área Natural Protegida Bosque de Tlalpan como “isla de frescor” en la Ciudad de México.

Lic. Roberto Lara Deras, Ing. Liliana Aguilar Yañez; Dra. Leticia Gómez Mendoza; Geóg. J. Alejandro González Castillo

Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) urbanas tienen la función de ser refugios de ecosistemas, de esparcimiento, pero también ser zonas de amortiguamiento térmico. Este trabajo tuvo la finalidad de conocer la marcha diurna de la temperatura al interior del ANP Bosque de Tlalpan y demostrar la diferencia térmica entre el ambiente interior del ANP y el ambiente exterior urbano en su periferia en el sur de la ciudad. Por medio del método de transectos de Schmidt (1927) y Jáuregui (1968) se realizó una campaña de mediciones con un sensor móvil y la estación meteorológica automática del parque, además de la comparación de registros con estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional y la red PEMBU (Programa Universitarios de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario-UNAM).

Los resultados indican que las mayores variaciones de temperatura en la marcha diurna se presentan por las mañanas, mientras que en las tardes se mantiene relativamente estable. Se identificó una diferencia de alrededor de 7°C entre el interior del ANP, y la temperatura registrada al exterior en el ambiente urbano. La temperatura registrada en puntos cercanos a los límites del ANP es mayor en comparación a los demás levantamientos y los datos disponibles del sensor térmico. Además, la influencia del contraste altitudinal en la temperatura dentro del parque se desvanece por el efecto de borde en ciertos sitios cercanos a la zona urbana. Se obtuvieron además las variaciones térmicas entre diferentes tipos de vegetación endémica de la Reserva del Pedregal (matorral, bosque mixto y bosque cultivado).

Los resultados de esta investigación son de utilidad para reforzar la conservación de las áreas verdes de la ciudad, valorar el efecto térmico de estos espacios y los programas de manejo y operación de estas áreas verdes hacia los objetivos de generar ciudades resilientes ante el cambio climático.





# El Clima en la Tierra: una reflexión sobre su evolución y desarrollo

Dr. Armando Antonio Domech González

Departamento de Estudios Económicos e Internacionales, Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.

Podemos hablar del Clima de este planeta Tierra, desde el momento, hace 4500 millones de años, en que una aglomeración de residuos de materiales pesados y gases, expulsados de la zona exterior del Sol recién formado, determinaron su formación. ¿Cómo sería el clima terrestre en ese Eón primigenio, Hadeense? . Extraordinariamente caliente.

Llena de volcanes en constante erupción, bombardeada por miles de meteoritos, con rocas que fluctuaban hacia abajo y hacia arriba del magma subyacente y emisiones radiactivas continuas y elevadísimas, recibiendo radiaciones letales de parte del Sol, cuando aún no se había formado la magnetósfera, en una Tierra con una velocidad de rotación que no excedía de las diez horas.

El objetivo de este trabajo es hacer una descripción y un análisis científico, de carácter monográfico, basado en la literatura científica disponible actualmente, de la evolución de la atmósfera terrestre y de los diferentes gases de efecto invernadero que han estado presentes desde hace miles de millones de años en la atmósfera del planeta hasta nuestros días. Presentar testimonios de la suma de circunstancias favorables que han favorecido nuestro desarrollo como planeta, en primer lugar para que se dieran condiciones en la Tierra que permitieran que tuviera condiciones climáticas favorables para la existencia de la vida.

La Tierra es un cuerpo celeste con una masa de  $5976 \times 10^{18}$  Tn. De composición química particular, surgieron, en el proceso de su evolución: la Atmósfera, la Litosfera, la Hidrosfera y la Biosfera. Si la Tierra estuviera tan alejada como Plutón, (casi 5.91 billones de km, ) recibiría 1600 veces menos calor y la influencia de la actividad solar fuera muchísimo menor, de tal forma que la vida en la Tierra sería imposible. De igual forma, si la Tierra estuviera a la distancia del planeta Mercurio, (96 millones de km) y con una excentricidad de un 20 por 100) en el cual la temperatura es 110 °C más cálida en la época de su máxima aproximación al Sol (perihelio) que cuando está más alejado del Sol (afelio), la vida sería igualmente imposible .

La posición de la Tierra en el Sistema Solar, a una distancia promedio de 149,6 mill. de km del Sol, con una inclinación de 66° 31,53 min, con respecto al plano de la eclíptica, determina que se produzcan los cambios: de las estaciones del año, del día y de la noche, la distribución de la luz solar por zonas y latitudes, la diferenciación de la refracción de las masas de aire por zonas, su circulación general y el carácter zonal de los procesos naturales: de la vegetación, de la formación de los paisajes, de la distribución de los suelos, los climas, las precipitaciones, la fauna, los ciclones y los procesos geomorfológicos.

Los patrones estacionales del clima terrestre están determinados principalmente por la inclinación del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano de su órbita alrededor del Sol. La excentricidad constituye una medida de cuán próxima se halla una elipse a un círculo. Las órbitas circulares son propicias a la vida, en tanto que las órbitas muy elongadas producen grandes fluctuaciones estacionales de temperatura. De hecho, si la excentricidad de la órbita de la Tierra fuera uno, los océanos hervirían cuando alcanzáramos el punto más próximo al Sol y se congelarían cuando alcanzásemos el punto más lejano. Es importante comprender que actualmente existen múltiples evidencias de los cambios climáticos en nuestro planeta a causa de las actividades humanas. (IPCC Cambio Climático 2014 La fluctuación natural en la energía que llega del Sol, (ciclo solar) puede causar cambios en el balance de energía (a causa de las fluctuaciones en la cantidad de energía de onda corta que llega a la Tierra. Las actividades humanas cambian las emisiones de gases y aerosoles.

Como conclusión, analizaremos también la importancia de la aparición de la vida para la constitución de la atmosfera como la conocemos hoy en día y las condiciones de su degradación actual.





# EL PAPEL DE LA HUMEDAD ABSOLUTA EN LOS ESTUDIOS CLIMÁTICOS

René Garduño López\*, Norma Sánchez-Santillán\*\*, Sergio Guzmán Ruíz\* y Rubén Sánchez-Trejo\*\*

\*Depto. de Ciencias Atmosféricas, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

\*\*Depto. El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco

La variación de la humedad en la atmósfera es un proceso altamente complejo y constituye uno de los mayores problemas dentro de los estudios de clima. Su efecto directo y los procesos de retroalimentación con la biota suelen soslayarse, en parte por el desconocimiento de sus cálculos. En el presente trabajo se evalúa y compara la humedad absoluta en función de la temperatura mínima mensual, en dos zonas del área metropolitana de la Cd. de México durante el periodo 1900-2004, para su uso potencial en estudios de biología y ecología, desarrollando un ejemplo concreto de su cálculo para entender su uso práctico.





# EL PAPEL DE LOS JESUITAS EN LA METEOROLOGÍA

René Garduño López\*, Norma Sánchez-Santillán\*\* y Rubén Sánchez-Trejo\*\*

\*Depto. de Ciencias Atmosféricas, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

\*\*Depto. El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

La Compañía de Jesús fue sin duda un fenómeno cultural y académico de la Edad Moderna. Tuvo un creciente protagonismo en la vida social, religiosa, política, cultural y académica de la Monarquía hispánica, portuguesa y francesa y por extensión de todo el orbe católico, tal y como lo demuestra su espectacular desarrollo en los años posteriores a su fundación. En los primeros 150 años de existencia (1540-1700) hubo un constante crecimiento de miembros y colegios, todos ellos con gran impacto en aspectos culturales y académicos. Los jesuitas nacieron como una congregación religiosa de espíritu viajero, que fundaron instituciones de frontera por su modelo pedagógico que eventualmente funcionó como un instrumento de conquista y colonización tanto en el Viejo continente como en los Nuevos Mundos transoceánicos que se abrieron a los europeos en el transcurso del S. XVI y los siglos venideros. En el campo de las ciencias de la Tierra inventaron diversos instrumentos para efectuar observaciones en los campos de la sismología, la astronomía y la meteorología, particularmente en el tema de ciclones tropicales, gracias a los cuales hoy en día contamos con rigurosos registros de observaciones en todas estas disciplinas.





# Estación de Monitoreo de Clima Espacial ESFM-IPN

Guadalupe Muñoz Martínez

Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN, México, CDMX

El Clima Espacial está dominado por el Viento Solar y sus fluctuaciones, que tienen como origen la actividad magnética del Sol. La interacción del Viento Solar con la magnetosfera terrestre genera diversos efectos en la Tierra y su atmósfera que pueden tener consecuencias en la actividad humana. La correcta identificación, monitoreo y determinación de los parámetros físicos de dichos eventos eruptivos permite hacer pronósticos cada vez más precisos por medio de los cuales es posible prevenir daños importantes, principalmente en las telecomunicaciones, sistemas de navegación y posicionamiento, oleoductos, sistemas de distribución de energía eléctrica e instrumentación de satélites. En este trabajo se presentan las actividades de monitoreo de la actividad solar que se realizan en la ESFM, tanto dirigidas a la investigación como a la formación de recursos humanos a nivel licenciatura. El objetivo es generar datos de Clima Espacial mediante la obtención y análisis de parámetros medidos tanto desde la Ciudad de México como otros obtenidos de observatorios espaciales. Las actividades incluyen la modelación de fenómenos, principalmente Eyecciones Coronales de Masa (CMEs), generación de software para su análisis, observación, registro y análisis de Manchas Solares, así como el diseño y construcción de instrumentación para el monitoreo de Ráfagas Solares, incluyendo su análisis. Los datos obtenidos se utilizan para generar reportes de Clima Espacial útiles en otras disciplinas, principalmente en telecomunicaciones. Ofrecemos programas de servicio social con opción a tesis, lo que permite a los estudiantes concluir los trámites de titulación.





# Estudio comparativo entre el cálculo de lluvias extremas mediante el método de valores extremos de Gumbel vs el método IDW adaptado con series de tiempo no convencionales

Argelia Esperanza Juárez-Hernández<sup>1</sup>; Jorge Fernando Ángeles-Islas<sup>2</sup>; Rosalba Zepeda-Bautista<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ESIME Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.

<sup>2</sup>Depto de Ciencias Básicas, UPIITA, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.

Durante varios años se han desarrollado metodologías estadísticas tendientes a determinar el pronóstico de eventos extremos, particularmente el de lluvias extremas en una zona geográfica específica. Actualmente, diversos trabajos se desarrollan aplicando diferentes enfoques analíticos, destacando entre ellos los métodos estadísticos basados en el uso de distribuciones de probabilidad entre ellas la conocida distribución de Gumbel. En el presente trabajo se propone un método alternativo para el pronóstico de lluvias extremas basado en la construcción de series de tiempo no lineales combinando el método de distancia inversa ponderada (IDW por sus siglas en inglés) y el período de retorno o de recurrencia. El período de retorno  $T$  en este trabajo se define como el intervalo de tiempo entre dos valores extremos consecutivos con una intensidad mayor o igual a un valor previamente seleccionado y se determina mediante herramientas computacionales a través de un algoritmo diseñado específicamente para la detección de sucesos extremos cuasi-periódicos extraídos de una estación de monitoreo. De esta forma, se plantea una variante que contrasta con la metodología convencional para el cálculo de probabilidad de ocurrencia de valores extremos en función de  $T$ ; esta última basada en la determinación de la probabilidad a partir del tratamiento analítico de datos estadísticos masivos provenientes de una importante cantidad de estaciones de monitoreo.

La metodología convencional hace uso de una distribución de probabilidad normalmente expresada como una función de  $t$  y dependiente de parámetros estadísticos como son la varianza y la desviación estándar así como de  $T$ , a partir del cual se pondera la probabilidad de recurrencia de eventos extremos; en la metodología planteada se propone la regionalización del pronóstico atribuyendo pesos estadísticos a cada estación e investigando los periodos de recurrencia reales de aquellos eventos extremos ocurridos determinados directamente de los datos duros obtenidos por cada estación y que presentan un comportamiento cuasi-periódico. Los resultados logrados usando ambas metodologías permiten un análisis comparativo a partir del cual se puede inferir el potencial de la metodología propuesta para la determinación de la probabilidad de lluvias extremas a través de un modelo regionalizado vs el modelo convencional mayormente usado. Entre las ventajas de la propuesta es la obtención de series de tiempo donde puede visualizarse de manera particular el año de ocurrencia de un evento de lluvia extrema. La zona estudiada en este trabajo se considera particularmente una zona crítica, donde las precipitaciones producidas anualmente de junio a septiembre causan importantes daños en infraestructura y a los habitantes. El modelo permite la determinación de la probabilidad de ocurrencia a corto y largo plazo, así como la predicción de comportamiento de eventos extremos en un año específico. Finalmente se muestra el análisis de lluvias extremas obtenido por los dos métodos en la zona indicada utilizando los valores obtenidos por el sistema de estaciones meteorológicas de CONAGUA-México y se discuten las diferencias y ventajas entre ellos, comparándolos con los registros históricos en esa zona. El modelo muestra un comportamiento con un error razonable alineado al histórico reportado acerca de los eventos que históricamente han ocurrido en la zona de estudio.



# Estudio de confiabilidad de la Red de Observación de Superficie

Amparo Rosario Pérez Salazar<sup>1</sup>, José Alberto Balancán Soberanis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Morelos, México.

<sup>2</sup>Codip.S.A., CDMX, México.

Para la planeación de todas las actividades productivas, sociales y recreativas, cada vez es más necesario conocer el estado del tiempo y su pronóstico. La materia prima para obtener estos pronósticos son los datos registrados en las estaciones de observación de superficie. En México el organismo encargado de proporcionar información sobre el estado del tiempo a nivel nacional, regional y local es el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

El SMN publica en su página oficial los datos registrados de la red de observación; sin embargo, el usuario tiene que analizarlos cada vez que son utilizados para establecer la calidad de éstos.

**Objetivo:** En este contexto, el objetivo de este trabajo fue elaborar una clasificación de las estaciones de la Red Nacional de Observación de Superficie ubicadas en la Región Hidrológica Lerma-Santiago, para establecer su nivel de confiabilidad en un rango del 1 al 5, de acuerdo a las normas de la Organización Mundial Meteorológica OMM No. 1064.

**Metodología:** La metodología empleada se llevó a cabo mediante el uso de las herramientas GIS y Google Earth Pro descargando el archivo KMZ de las estaciones meteorológicas automáticas EMAS y las estaciones sinópticas meteorológicas ESIMES desde el sitio oficial del SMN, representando con éstos el emplazamiento de las estaciones y verificando su entorno.

**Resultados y conclusiones:** Con la verificación del entorno se elaboró la clasificación de las estaciones y se evaluó su incertidumbre, se definieron las más significativas, y se analizó cualitativamente la calidad de los datos. Existen emplazamientos que no cumplen con las normas establecidas por la OMM; sin embargo siguen siendo utilizadas para aplicaciones concretas en las que se precisa de mediciones en un lugar determinado. Finalmente se hacen las recomendaciones en las que se requiere proporcionar mantenimiento a las estaciones ya que son utilizados en los modelos hidrológicos y de pronóstico, así como también son compartidos a la OMM.





# Estudio de las granizadas y sus efectos en la agricultura en el departamento de Huancavelica-Perú para el año 2015

Patricia de Pilar Rivera Girón y Dr. Juan Matías Méndez Pérez.

Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.

El departamento de Huancavelica se encuentra ubicado en la zona centro sur del Perú, su altitud oscila entre los 1950 y los 4500 m.s.n.m., la temperatura promedio es de 9,2 °C en la ciudad de Huancavelica; la máxima de 20 °C y la mínima de 3 °C.<sup>1</sup>

Con sólo el 0,96% del PIB nacional, Huancavelica es una de las regiones más deprimidas del país. Según cifras oficiales el 83% de su población vive en estado de pobreza, con más del 65% de la población de Huancavelica, dedicada a la agricultura de subsistencia, sus principales productos son la papa con más de 200 variedades y otros cultivos como: mashua, arvejas, habas y cebada.<sup>2</sup>

Año tras años el departamento de Huancavelica se ve afectado por granizadas, cuyos efectos generan pérdidas en cultivos, afectando aún más la economía de la región. El principal objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento de las granizadas en el año 2015, por ser un año reciente con un significativo número de granizadas en todo el Perú, y cómo es que estos fenómenos afectaron a la población en cuanto a pérdidas en los principales cultivos.

Dado que el principal cultivo de la región es la papa, y tomando como referencia el calendario agrícola para este cultivo, se tiene que los periodos más vulnerables a los efectos de las granizadas son el periodo de siembra el cual comprende los meses de: octubre a diciembre y el periodo de cosecha entre abril y junio.

Debido a que no se cuenta con un registro de granizadas disponible, en el presente trabajo se utilizaron como herramientas: los avisos meteorológicos para pronóstico de granizadas del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología del Perú (SENAMHI), imágenes del Satélite GOES-13, y reportes de diarios de la región. Mediante una revisión conjunta de dicha información se realizó un registro de granizadas para el año 2015. Encontrando que si bien es un fenómeno que se presenta durante todo el año, el mayor número de estos eventos se produjeron en los meses de verano (diciembre-marzo), y son producidos principalmente por la advección de humedad proveniente de la Amazonia, debido a la presencia del sistema conocido como Alta de Bolivia, presente durante estos meses.

Sin embargo independientemente de la frecuencia de granizadas, las mayores pérdidas se producen cuando dichos eventos ocurren en etapas críticas de los cultivos, estas son las etapas de siembra y cosecha, causando daños que van desde disminución de la producción hasta pérdidas totales de hectáreas de cultivos.





# Estudio sobre huracanes de rápida intensificación en las costas del pacífico occidental mexicano en el periodo de 1970-2015

Mauricio López Reyes y Ángel R. Meulenert Peña.

Instituto de Astronomía y Meteorología Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.

El estudio del proceso de rápida intensificación de los ciclones tropicales es un tema físico en donde intervienen factores térmicos y dinámicos a microescala fundamentalmente. Debido a la poca mejora en los modelos de pronóstico de intensidad de los ciclones tropicales y a la importancia de poder comprender y predecir su evolución se emprendió una investigación de los factores que influyen en el proceso de rápida intensificación y en general de intensificaciones de los ciclones tropicales en aguas del océano Pacífico mexicano, especialmente en la zona occidental que comprende los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y norte de Michoacán.

Los objetivos son: encontrar relaciones entre las variables térmicas y dinámicas de la atmósfera y la capa superficial del océano que estimulan el proceso de rápida intensificación, por otro lado, proponer bajo fundamentos teóricos, hipótesis sobre los factores que desencadena una rápida intensificación y finalmente hacer un registro histórico y estadístico de los CT que han afectado la región mencionada, señalando aquellos que fueron de RI.

La metodología utilizada constó en la realización de una base de datos meteorológicos principalmente obtenidos de Reanalysis de la NOAA, posteriormente tratar los datos por métodos estadísticos y determinar aquellos CT que presentaron un periodo de RI. Mediante la utilización de un software matemático se desarrolló un algoritmo para determinar el tiempo y lugar exacto de RI y posteriormente compararlo con las variables meteorológicas como la temperatura superficial del mar, la cizalladura vertical entre otros factores.

Se construyó una muestra de CT que reúnen las características de RI en la zona estudiada, además de identificar el intervalo de tiempo de esta intensificación rápida así como el cambio en la velocidad de los vientos y el gradiente de presión contrastándolo con los mapas de temperatura superficial del mar y llegando a conclusiones acerca de los cambios que ocurren en la estructura de este tipo de huracanes de RI.





# ESTUDIOS DEL IMPACTO DE LA TENDENCIA CLIMÁTICA A LARGO PLAZO SOBRE EL SUELO POR ESTRÉS HÍDRICO: TLAXCALA, MÉXICO

Velasco-Hernández, M.Á.<sup>1</sup>; Hernández-Espinosa M. Á.<sup>2</sup>; Morales-Acoltzi, T.<sup>3</sup>; Bernal-Morales, R.<sup>4</sup> Rojas-Soria, S.B.<sup>1</sup>; Carrasco-Ojeda, J.M.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química, **BUAP**. Ciudad Universitaria. Puebla, México.

<sup>2</sup> Departamento de zeolitas del Instituto de Ciencias de la **BUAP**. Puebla, México.

<sup>3</sup> Modelación Matemática de Procesos Atmosféricos, Centro de Ciencias de la Atmósfera, **UNAM**, México.

<sup>4</sup> Centro de Investigación en Cambio Climático, Facultad de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, México.

Las evaluaciones de los impactos del cambio climático sobre la producción agrícola y la seguridad alimentaria muestran gran variabilidad espacial y elevado nivel de incertidumbre, ha exacerbado el proceso de degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y el aumento de la vulnerabilidad de las comunidades expuestas a inundaciones, deslizamientos de tierra y sequías (Magrin, 2015). La población mundial está aumentando constantemente, por lo tanto, el aumento en la producción de cultivos por área es muy importante. Para la obtención de altos rendimientos, hoy en día, en la agricultura, fertilizantes minerales se utilizan a menudo las enmiendas como zeolita con el propósito de una agricultura sostenible (Sfechis *et al.*, 2015).

**Objetivo:** Identificar el impacto en las tendencias climáticas en suelo erosionado/degradado y la incorporación de zeolita como alternativa en la retención de humedad y nutrientes.

**Metodología:** Se midieron seis variables físico-químicas en dos tipos de suelo de los municipios: Panotla y Atlangatepec, ubicados en el estado de Tlaxcala, México, permitiendo diseñar dos experimentos en laboratorio con acelga, para analizar el posible efecto de la zeolita clinoptilolita cálcica, una característica de ambos sitios, es su tendencia a suelo erosionado/degradado. Se analizaron series de tiempo de precipitación diaria y temperaturas máximas y mínimas de las estaciones más cercanas a los sitios de estudio; considerando dos periodos: uno de referencia 1961-1990 y otro de 1991-2016, de acuerdo a las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial y al Panel Intergubernamental del Cambio Climático.

**Resultados:** Los resultados mostraron mayor retención de humedad en el suelo de ambos suelos, durante el periodo de crecimiento de la semilla, por lo que se atribuye al uso de la zeolita, con posible hipótesis: Los suelos de los dos sitios estudiados están sometidos a un forzante externo generando un estrés hídrico. Se analizan al menos tres posibilidades.

**Conclusiones:** Las tendencias climáticas de las series de tiempo históricas permiten identificar forzantes externos para tomar decisiones de adaptación y mejora ante la variabilidad del clima.





# Evaluación de parametrizaciones de nubes cúmulus con el modelo WRF para el pronóstico de lluvia en el sureste de México

Indalecio Mendoza Uribe<sup>1</sup>, Olivia Rodríguez López<sup>2</sup> y Miguel Ángel Vázquez Zavaleta<sup>3</sup>

<sup>1</sup> y <sup>2</sup> Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Morelos, México.

<sup>3</sup> Gestion del Agua y Medio Ambiente S.A., Morelos, México.

Los modelos numéricos de la atmósfera son una herramienta ampliamente utilizada tanto para estudios de investigación como para pronóstico operativo. Están basados en la solución de un conjunto de ecuaciones matemáticas que describen los procesos físicos del movimiento y conservación de la energía que rigen la dinámica de la atmósfera. Estas ecuaciones son una aproximación de la realidad y existen procesos que no pueden ser resueltos dinámicamente por el modelo, debido a que se desconocen en su totalidad y ocurren a escalas inferiores de la resolución horizontal, por lo que para su solución se tiene que recurrir a la utilización de parametrizaciones. En este trabajo se evalúa la veracidad del modelo WRF (Weather Research and Forecasting) en el pronóstico de precipitación acumulada en 24 horas para el sureste de México (Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán), utilizando diferentes parametrizaciones de nubes cúmulus, las cuales tienen efectos significativos en la convección y en la precipitación.

La evaluación se lleva a cabo mediante el análisis de las medidas estadísticas del error cuadrático medio, el sesgo y el índice de correlación de Pearson. Se toma como referencia las observaciones de la red de estaciones climatológicas de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional que reportan los registros de precipitación de forma sistematizada. El modelo es evaluado en los periodos verano e invierno 2016, siendo considerada la precipitación acumulada en 24 horas de 8:00 A.M. a 8:00 A.M. El estudio ha permitido identificar las parametrizaciones de nubes cúmulus con mejor desempeño en el pronóstico de precipitación en el sureste de México, permitiendo de esta forma seleccionar la mejor parametrización para pronóstico operativo determinístico, o en un ensamble ponderado asignando pesos de acuerdo a su desempeño individual.





# Foro de discusión en línea para ciencias atmosféricas

Jaime Omar Castro Díaz, Leonardo Quirino, Omar Sosa organista, M. en C. Jorge Luis Vázquez Aguirre.  
Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

La necesidad de tener un medio de interacción donde la comunidad estudiantil, egresada y profesional de las ciencias atmosféricas interactúe de una manera dinámica, dio lugar a la idea de tener un sitio para resolver dudas, compartir productos y acrecentar la comunicación en dicha comunidad. Con el objetivo de crear un espacio de cooperación pronta y fluida ha sido creado un foro de discusión en línea, esperando que impacte de manera positiva en el desempeño colectivo e individual de los participantes.

Se realizaron pruebas en diversas plataformas en Internet que permiten la implementación de Foros de discusión de acceso gratuito. Estas pruebas permitieron descartar las opciones que claramente presentarían limitaciones para la operación del foro de discusión. La plataforma seleccionada como idónea fue [www.boards.net](http://www.boards.net), por ser la que se acopló mejor a las necesidades de esta propuesta. Así, el foro de discusión en línea puede accederse en: <http://lcauv.boards.net/>

El Foro de Ciencias Atmosféricas fue sometido a una prueba piloto, donde se mantuvo de manera activa la participación de los integrantes de un curso intensivo de LATEX llevado a cabo en la Licenciatura en Ciencias Atmosféricas de la Universidad Veracruzana. Las interacciones estuvieron relacionadas con el uso básico de editores y formateadores de texto, y a través del foro se facilitó la cooperación entre todos los integrantes, incluyendo el intercambio de guías de instalación, resolviendo dudas, proponiendo hilos de discusión y soluciones a problemas.

Esta prueba fue de gran ayuda puesto que logramos observar cómo participaban los usuarios y cuáles eran los errores más comunes al ingresar, en el proceso de inscripción, abrir temas o al desplazarse en la página. En general el foro ha sido bien aceptado por los participantes y con base en la prueba piloto se ha logrado modificar los errores y complicaciones con mayor incidencia.

Hasta ahora se ha logrado difundir de buena manera, aunque se pretende que la comunidad de usuarios sea cada vez más grande y con mayor diversidad de colegas y especialistas. Actualmente el Foro de discusión en línea para ciencias atmosféricas cuenta con aproximadamente 70 miembros entre estudiantes, egresados y expertos en los diversos temas de las ciencias atmosféricas, como por ejemplo modelación, programación, computación, meteorología y climatología, por mencionar algunos.

Dada la amplia aceptación de esta herramienta, en el futuro inmediato se dará continuidad a la difusión del foro de [lcauv.boards.net](http://lcauv.boards.net) con el fin de contar con un medio de acceso flexible aunque formal, que permita encontrar ayuda especializada a través de internet, así como fomentar la interacción constructiva entre quienes estudian o ejercen su profesión en las ciencias atmosféricas.





# HURACANES RECIENTES CON IMPACTO EN LA COSTA OCCIDENTAL DE MÉXICO

Blanca Natalia Castillo Bautista<sup>1</sup>, Luis Manuel Farfán Molina<sup>2</sup> y Jorge Luis Vázquez Aguirre<sup>3</sup>

<sup>1</sup> y <sup>3</sup> Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana. Veracruz, México.

<sup>2</sup> Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Baja California Sur, México.

Los huracanes son fenómenos hidrometeorológicos que año con año se desarrollan en los océanos cálidos tropicales. Los promedios de 1981 a 2010 para el océano pacífico del este en cuanto a actividad ciclónica son 15 tormentas tropicales, 8 huracanes y 4 huracanes de categoría mayor. México por su estratégica ubicación geográfica es afectado por dichos fenómenos, debido a la precipitación intensa, fuertes vientos y oleaje elevado en ciudades costeras.

Como parte de la vinculación entre la Universidad Veracruzana y el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), en la estancia del Verano de la Investigación Científica 2017, se analizaron tres ciclones tropicales con impacto reciente en la costa occidental de México: Manuel (2013, Cat.1) , Patricia (2015, Cat.5) y Odile (2014,Cat.4). Dos de estos ciclones alcanzaron categoría de huracán mayor, y los tres llegaron a impactar en el territorio mexicano.

Se muestra el seguimiento con imágenes de satélite de horas antes de la entrada a tierra, durante y después ésta misma para los tres ciclones, se presenta un análisis de la temperatura superficial del mar durante el paso de dichos fenómenos, apreciándose en algunos casos el enfriamiento del océano tras su disipación y se describen los acumulados de lluvia de cada ciclón, comparándose con la climatología de las regiones impactadas. Este estudio incluye aproximaciones de la pérdida económica debido a estos ciclones, incluyendo aspectos relacionados con la población afectada, los municipios declarados en emergencia o como zonas de desastre natural en forma oficial.

A pesar de que Patricia fue un huracán de categoría mayor, no logró acumulados mayores a la climatología en distintos lugares en donde impactó. Sin embargo, el huracán Manuel, siendo un huracán de categoría 1, logró acumulados de precipitación en alguna zonas por arriba de lo normal, esto posiblemente a la interacción con la bandas nubosas de otro ciclón tropical formado en la cuenca del Atlántico.





# INFLUENCIA DE LA FECHA DE SIEMBRA EN EL DESARROLLO FENOLÓGICO Y RENDIMIENTO DEL GIRASOL

Granados-Mayorga, A.K<sup>1</sup>; Vizcarra-Hernández, I.F.<sup>1</sup>; Domínguez-Hernández, M.E.<sup>2</sup>; Mercado-Mancera, G.<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura de Ingeniería Agrícola, FES-C, UNAM. Cuautitlán Izcalli, México

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Agrícolas, FES-C, UNAM. Cuautitlán Izcalli, México.

\*Autor responsable.

A partir del 2014 en el Estado de México se comenzó a sembrar girasol para aceite, sin embargo, las condiciones ambientales y la falta de información técnica del cultivo, ocasionaron una disminución del rendimiento. Fue así que en el ciclo P-V 2016, se estableció una parcela experimental de girasol variedad SYN 3950 HO, en condiciones de temporal en Cuautitlán Izcalli, con el objetivo de evaluar la influencia de las condiciones ambientales en el desarrollo del girasol. Se sembró a una densidad de 45,000 plantas ha<sup>-1</sup>, en dos fechas de siembra: la primera el 10 de junio (T1) y la segunda el 25 de junio (T2). Se registraron las variables climáticas de: temperatura media, precipitación (Pp), humedad ambiental, evaporación y evapotranspiración (ETP); se calcularon las unidades calor acumuladas (UC) para cada etapa fenológica. Se evaluó la altura de planta, componentes de rendimiento como: semillas por capítulo, porcentaje de semillas vanas, rendimiento y contenido de aceite. Los resultados indicaron que la disponibilidad de agua durante el desarrollo del cultivo no fue limitante, ya que precipitaron 624.5 mm, cantidad superior al nivel de la ETP presente en este periodo. Las unidades calor acumuladas fueron 1,810.0 y 1,697.4 UC, para T1 y T2 respectivamente; en T1, se presentaron temperaturas más altas en las primeras fases del cultivo. Por consiguiente, las plantas de mayor altura fueron las de T1 con un promedio de 1.97 m, ambas por arriba de la altura promedio obtenida en la región. El mayor número de semillas por capítulo se obtuvo en T2, con un promedio de 1,602.1. El porcentaje de semillas vanas fue mayor en T2, con un total de 12 %, lo que se relaciona con un ligero período de sequía intraestival, que coincidió con la etapa de floración en esta fecha de siembra. El rendimiento final obtenido fue de 3.5 y 3.2 t ha<sup>-1</sup> para T1 y T2, respectivamente. El contenido de aceite fue muy similar en ambas fechas, con un promedio de 37.49 %. Por lo que se concluye que la variedad SYN 3950 HO, se recomienda establecer en zonas donde la precipitación es mayor a 600 mm, y donde los periodos de sequía intraestival no son muy prologados. El cultivo tuvo un mejor desarrollo y por lo tanto mayor rendimiento al realizar la siembra el 10 de junio, debido a que las condiciones de temperatura y humedad son más favorables para este.





# METEOROLOGICAL ANALYSIS OF THE UNUSUAL TORNADIC EVENT IN CIUDAD ACUÑA, COAHUILA, MEXICO, ON 25 MAY 2015

Daribel H. Hernández del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, Iztapalapa, Ciudad de México.

Tornadoes are very destructive atmospheric phenomena that are generally associated with the Great Plains of the United States, nevertheless they have been recorded on all continents except Antarctica (Goliger and Milford, 1998). Mechanisms of tornado development are usually associated with some environmental conditions like low-level shear and high convective available potential energy (CAPE). However, environmental conditions and physical mechanisms are different depending on the time of day when occurrence a tornadic event. In the case of nocturnal events the increased low-level shear tends to be the result of exceptionally strong low-level jets (Kis and Straka, 2010). In Mexico have been recorded strong tornadoes in northern, although most of them have occurred in afternoon, the rest of them have occurred at morning and evening despite they are a little unusual. During the overnight hours of 25 May 2015, a thunderstorm initiated over the Serranías del Burro (SdB) region of northern Coahuila State, in northern Mexico. That thunderstorm went on to become supercellular and eventually tornadic, with tornado damage and fatalities reported in the city of Ciudad Acuña 10 km southwest of the Mexico–U.S. border in the hour before sunrise. Furthermore this tornado was classified as EF3 in the Enhanced Fujita Scale (based in the damages and the wind velocities).

The primary goal of this study was to explore these environmental conditions and physical mechanisms associated with the development of this nocturnal tornadic supercell. This tornado was an extreme event, along the storm's trajectory, dew point temperatures increased from 15° to 22°C, convective available potential energy increased from 1500 to near 4000 J kg<sup>-1</sup>, and convective inhibition changed from -150 J kg<sup>-1</sup> at the time of convection initiation to near zero in Ciudad Acuña (Barret et al. 2017). In addition, simulations from the Weather Research and Forecasting Model indicated the sensitivity of both convection initiation and storm intensification to the topography of the SdB, probably as a result of strong low-level jets.





# Metodología propuesta para elaboración de identificación de amenaza por tormentas de granizo

Dulce María Nieto Rodríguez

Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, Licenciatura en Ciencias Atmosféricas. CDMX, México.

En el marco de la elaboración de una Metodología Estandarizada para la elaboración de Atlas de Riesgos Naturales en México que forma parte del Programa de Trabajo de la Academia de Ingeniería (AIM) en colaboración con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Unión Mexicana de Asociaciones de Ingenieros (UMAI) se presenta una propuesta de metodología para una elaboración de atlas de riesgo estatal y municipal respecto a tormentas de granizo.

Una de las manifestaciones de las tormentas es el granizo como gránulos de hielo granos de hielo que poseen con un diámetro de 5 mm. México forma parte de la zona tropical y aunque en esta zonas la frecuencia y el tamaño del granizo es menos grave que en latitudes medias, cuando el granizo ocurre pueden ocasionar graves daños tanto en localidades urbanas y rurales: en las primeras, tránsito, caos vial, fallas en el drenaje, daño a viviendas en condiciones precarias; en la segunda, la destrucción de siembras y cultivos.

Se presenta una revisión de las propuestas que por norma están vigentes tales como la Guía de Contenido Mínimo para la elaboración del Atlas Nacional de Riesgo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de diciembre de 2016; así como los Términos de Referencia para la Elaboración de Atlas de Peligros y/o Riesgos 2016 de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), entre otros.

Con base en ello se establece una propuesta de metodología para la elaboración de atlas para la identificación de amenazas por tormenta de granizo para ser aplicado a nivel municipal y estatal, el cual incluye la revisión de antecedentes en cada sitio, el cálculo de la distribución de probabilidad de granizo con base en la distribución de probabilidad de Poisson, y el cálculo de periodos de retorno. Todo esto con el fin de que sirva para la reflexión de este fenómeno hidrometeorológico que, aunque raro, puede ocasionar grandes pérdidas económicas sobre todo en ámbitos agrícolas.





# Propuesta de alertas hidrometeorológicas para un municipio. Estudio de caso: Banderilla, Veracruz

Antonio Luna Díaz Peón  
Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

El municipio de Banderilla, Veracruz año con año está expuesto a fenómenos hidrometeorológicos como lluvias intensas que causan deslaves e inundaciones, además de temperaturas extremas máximas y mínimas, sin embargo no se cuenta con una fuente de información puntual que permita conocer las dimensiones de dichos eventos, por lo anterior se ha instalado una estación meteorológica automática ubicada en el centro de la cabecera municipal y es vigilada por personal de la Comisión Municipal de Agua y Saneamiento con el objetivo de conocer en el momento de la amenaza de algún fenómeno hidrometeorológico y poder emitir una alerta con apoyo de las redes sociales.

Banderilla es colindante a la capital del estado de Veracruz y su extensión territorial es de 22.21 km<sup>2</sup> que representa el 0.03% del territorio estatal, se encuentra sobre el eje Neovolcánico, pero no presenta una orografía abrupta y cruzan pequeños ríos tributarios como el Río Sedeño.

Las alertas consistirán inicialmente cuando la precipitación rebase los 30 mm acumulada en menos de una hora, cuando el viento sea superior a los 50 kph, en el caso de temperatura cuando exceda la máxima los 34.0 °C y la mínima los 8.0 °C considerando el confort de la región, después de un año de información y prueba se revisarán éstos protocolos iniciales y se procederá a un posible ajuste.

Se pretende que la información permita a la población conocer los valores hidrometeorológicos extremos en los cuales el municipio se pone en riesgo y con ello establecer los protocolos de protección civil, además permitirá una evaluación del programa actual de protección civil en el rubro de fenómenos hidrometeorológicos.





# ¿QUÉ CULPA TIENE “EL NIÑO”?

Met. Roel Ayala Mata

Secretaría de Protección Civil del Estado de Guerrero, México.

Durante el año 2014, se difundió información relativa al evento de “El Niño” para el año 2015, en la cual se mencionaba que sería uno de los eventos más fuertes de los que se han tenido registro, incluso superior al del periodo 1997-1998, muy catastrófico que podría convertirse en uno de los más poderosos; causaría un invierno más frío de lo normal y con tormentas en el centro y norte de México y el sur de Estados Unidos, se le asignaron nombres como “Godzilla”, “Bruce Lee”, entre otros, debido su probable manifestación se tomaron las medidas preventivas que el caso ameritaba, sin embargo;

**Objetivo:** Analizar el comportamiento y la interacción océano-atmosfera durante el evento de “El Niño” 2015, así como su relación con “El Niño Costero” 2017.

**Metodología:** Análisis y reanálisis de las condiciones oceánicas y atmosféricas durante los eventos de “El Niño” 1997-1998, 1982-1983 y 2015-2016.

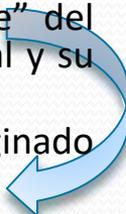
**Resultados:** Se comprobó que los eventos de “El Niño” presentan características particulares y que los hace diferentes unos a otros. Que durante el evento 2015-2016 NO hubo una interacción océano atmósfera, por lo que la intensidad de las aguas cálidas no puso de manifiesto la condición de precipitaciones extremas en la República Mexicana, así como en la intensificación y trayectoria de los ciclones tropicales en el Pacífico Nor-oriental.

Que “El Niño Costero”, no se produce por una condición oceanográfica de ondas submarinas Kelvin, sino por un sistema meteorológico conocido como la Alta Boliviana, que tiene influencia desde el Atlántico Sur hasta el Pacífico Nor-oriental.

**Conclusiones:** Es necesario el análisis con un método cualitativo, el cual, deberá responder a preguntas como ¿por qué?, ¿qué?, ¿cómo? y ¿para qué?; es decir que busca la significación de las factores que intervienen en la formación y manifestación de este evento oceanográfico-atmosférico, lo que permite que sea explicativo y exploratorio.

La posición de los centros de alta presión semi-permanentes han jugado un papel importante para la manifestación de este evento, así como de las condiciones asociadas, lo que ha favorecido el “arrastre” del calor potencial oceanográfico y atmosférico de los niveles bajos del Pacífico Oriental hacia el Occidental y su repercusión en la NO interacción.

Por otra parte, las condiciones atmosféricas que se relacionan con el evento de “El Niño Costero”, es originado por un sistema meteorológico localizado en los niveles medios, denominado Alta Boliviana.





# Retos para un estudiante al momento de entrar al área operativa de la meteorología en el Centro Hidrometeorológico de Boca del Rio, Veracruz.

Ramírez Solano Luis Enrique

Universidad Veracruzana, Veracruz, México

El presente trabajo en modalidad póster, es el resultado de la experiencia adquirida durante la estancia realizada en el Centro Hidrometeorológico de Boca del Rio, Veracruz. Partiendo de la explicación de las actividades que ahí se llevan a cabo y los productos que se generan día a día, explicando así, como ha sido esta experiencia, los retos que he afrontado y los posibles desafíos que esta oportunidad conllevaría a mi vida profesional. Siendo así un pequeño enlace para las personas que desconozcan dicho lugar y sus actividades, a su vez fomentando a algún otro estudiante a realizar sus prácticas profesionales en dicho Centro.





# Selección de estaciones climatológicas a nivel nacional para incluirla en la red regional de América Latina y el Caribe

M. I. Ernesto Aguilar Garduño, M. I. María de los Ángeles Suarez Medina, MTI. Citlalli Astudillo Enríquez, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Morelos, México

Para tener la capacidad de realizar investigación hidrológica internacional en la región de América Latina y el Caribe a la cual pertenece México, es necesario contar con bases de datos de todos los países de la región. Para esto se debe hacer un proceso de selección de las estaciones que cuentan con mejor información, que cumplen con una serie de requisitos de acuerdo con la guía de prácticas hidrológicas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Con esto se puede aspirar a obtener conocimiento avanzado de los procesos hidrológicos y el consecuente régimen de flujo de acuerdo con el ciclo hidrológico, en particular con el proceso lluvia – escurrimiento.

Aunque se sabe que la información hidrométrica es mejor para establecer una mejor gestión integrada del recurso agua, a nivel internacional, las condiciones de las cuencas son diversas, desde la pendiente del terreno hasta la cobertura vegetal, así como el uso y tipo de suelo. En fin, todo es muy diferente incluso dentro de uno solo de los países en cuestión. Es por esto que la variable lluvia pasa a tomar un papel relevante en los análisis regionales. Una vez que se tienen establecidos los patrones de precipitación en la región, es posible obtener una mejor comprensión de la variabilidad hidrológica y con esto tener la capacidad de evaluar la posibilidad de compartir o utilizar los modelos y técnicas en diversos países de la región.

**Metodología y resultados:** La metodología utilizada para seleccionar la red de estaciones climatológicas, en primer lugar, es la recopilación de los datos de todas las estaciones del país, para esto se acudirá a las instituciones que generan los datos, los depuran y los almacenan. Ya con todos los datos a nivel nacional, se establecerán los criterios de selección, tomados de la guía de prácticas hidrológicas de la OMM, de la que destacan los criterios en cuanto a la distribución espacial y temporal de las estaciones climatológicas. Cabe recordar que el resultado de la red nacional, se complementará con la definición de la red de los demás países de la región, en los que se debe tomar en cuenta la organización de los mismos, de tal manera que se consultará si es que hay una red de referencia, para ajustar el orden de la información, en lo posible para tener un formato similar que facilite a los investigadores y al personal operativo de los países de la región la generación de una red internacional sencilla de usar.

**Conclusiones :** Las investigaciones que se realicen a partir de una red internacional de datos, facilitará la cooperación entre los países de la región, en algunos casos se podrán aprovechar los mismos modelos hidrológicos para obtener resultados que puedan ser fácilmente comparados. Adicionalmente la red nacional de datos se puede integrar a una red internacional para contribuir al suministro confiable de información para establecer modelación en diversos temas, desde la gestión de los recursos hídricos, hasta la simulación de eventos extremos que pueden poner en riesgo a la población.



# SEQUÍA INTRAESTIVAL EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA EL CIELO Y SU ENTORNO, TAMAULIPAS, MÉXICO

Norma Sánchez Santillán\*

René Garduño López\*\*

Gilberto Sven Binqüist Cervantes\*

Rubén Sánchez Trejo\*

\*Depto. El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana. Campus Xochimilco

\*\* Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se evaluó la intensidad y frecuencia de la canícula en La Reserva de la Biosfera El Cielo, y se comparó su variabilidad interanual; usando registros pluviométricos mensuales entre 1922 y 2012. La canícula se cuantificó como la disminución relativa del polígono mensual de precipitación, durante la temporada de lluvias. El 86 % de los veranos analizados en las once estaciones estudiadas presentaron canícula. En 55.6 % de ellos la canícula fue de intensidad débil, en 23.1 % media y en 5.7 % severa. La canícula tiene un comportamiento cíclico con periodo de nueve años: comienza con intensidad débil, aumenta a media o severa y disminuye a débil. El análisis de tendencia no muestra un incremento del fenómeno.





# THE SPATIAL DISTRIBUTION OF TORNADES IN MEXICO

Daribel H. Hernández del Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Iztapalapa, CDMX, México.

Tornadoes are considered the most violent atmospheric storms, with winds speed over 300 km/h, have a large impact on the population, leaving behind a well-defined path of destruction. Although tornadoes have been documented both in the north, south and centre of Mexico, are recently researched in the country. At the beginning of the 21st century several publications have highlighted the importance to study these hydro-meteorological hazards both rural and urban areas.

However, the limitations to characterize the spatial distribution of tornadoes are varied and depend to the available technology (Brooks et al. 2003). Firstly, there is no accurate record of which months are most active as well as the hours of the day with the highest presence of events. Though recent studies showed that tornadoes are common in Mexico (Macías and Avendaño, 2014), the climatology presented is preliminary and data need to be corroborated with other techniques. On the other hand, it is necessary an analysis of synoptic and mesoscale patterns for indicate what environmental conditions allow development of tornadoes in some areas. For example the study by Barrett et al. (2017) showed a mechanism of formation and intensification of a storm that produced a tornado before sunrise in the year 2015, but only for the Serranías del Burro (SdB) in northern of the country.

This study focus on the identification of regions with major presence of tornadoes associated to meteorological and thermodynamic patterns. The data were collected from different hemerographic sources and correlated with severe weather variables (e.g., CAPE, SRH, CIN and so on). Data from soundings, the North American Regional Reanalysis, KDFX Radar, World Wide Lightning Location Network, were used to establish a density pattern over the country in a spatial and temporally manner. In addition it was discriminated between non-tornadic and tornadic thunderstorm environments which were separated and classified according to meteorological conditions. Finally, it is shown a map of most prone areas to be affected by tornadic events.





# Tiempo Severo en México

Ismael Pérez García, Anayatzin Mendoza, Rodolfo Meza y Alfonso Salas.  
Centro de Ciencias de la Atmosfera UNAM, UNAM, CDMX, México.

Se describen algunas características sobre la formación de algunos fenómenos meteorológicos extremos que recientemente han afectado a la sociedad, entre las que podemos mencionar a las heladas tempranas de 8-10 septiembre 2011,

<http://gaceta.diputados.gob.mx/Black/Gaceta/Anteriores/61/2011/sep/20110915/Acuerdo-1.html>

granizadas en 15 de julio 2011 y 16 abril del 2014 en el Edo México.

<http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2014/04/16/954421>. Lluvias intensas del 29 de mayo 2017 en la

CDMX <http://noticieros.televisa.com/ultimas-noticias/cdmx/2017-05-29/fuerte-lluvia-colapsa-vialidad-sur-y-poniente-cdmx/>

y tornado en las Vigas Veracruz del 6 junio 2017.

<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2017/06/6/captan-tornado-ahora-en-veracruz>. Para la

ocurrencia de una heladas tempranas es la presencia de una perturbación tropical dentro del Golfo de México conectado con un incipiente frente frío y la existencia de una cadena de perturbaciones a lo largo de la corriente de chorro.

Una de las causas más importantes que han derivado en una reducción de la capacidad productiva del campo agrícola mexicano es sin duda debido a los efectos de algunos eventos meteorológicos extremos como son: tormentas invernales, sequías y heladas asociadas con las masas de aire continental del Ártico. Estos fenómenos afectaron severamente a la agricultura, se desarrollan en cuestión de horas o días, las cuales pueden presentarse por ciclones de latitudes medias, la acción de bloqueo y sistemas frontales que interactúan con ciclones tropicales (Pérez G. I., 1990, 1992, 1993, 1996; Pérez G. I. y A. Aguilar, 2011, 2013). En lo que respecta al régimen de precipitación, la falta de lluvias en Abril y la primera quincena de Mayo se traduce en rendimientos agrícolas bajos, principalmente en la región norte y centro de México. De esta manera, el entender el origen de esas lluvias para la primavera es de gran importancia, pues se pueden tomar medidas tales como adelantar o atrasar la fecha de siembra y/o usar semillas de período más corto (Mendoza A. S., 2001).

El 31 de Mayo del 2017 se presentó una fuerte lluvia y granizada en los estados de México y Puebla afectando no solo a la zona conurbada sino a la zona agrícola

<http://www.lajornadadeoriente.com.mx/2017/05/31/hubo-lluvias-granizo-la-parte-central-puebla-tornado-huejotzingo/>.





# UNA POSIBLE RELACIÓN ENTRE EL DESEMBARCO DEL TIBURÓN *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson, 1836) EN EL GOLFO DE MÉXICO Y EL NÚMERO DE MANCHAS SOLARES (ÍNDICE DE ZÜRICH)

Norma Sánchez Santillán\*  
Javier Aldeco Ramírez\*  
Alfonso Esquivel Herrera\*  
Rubén Sánchez Trejo\*

\*Depto. El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana. Campus Xochimilco

El estudio se centra en el análisis de la variabilidad del volumen de desembarco del tiburón antillano (*Rhizoprionodon terraenovae*) en las costas mexicanas del Golfo de México, de 1940 a 2006, y su posible relación con la actividad solar evaluada a través del número promedio de manchas solares (Índice de Zürich). Se utilizó la curva del polinomio a través del ajuste de mínimos cuadrados para eliminar la tendencia de las series temporales de captura. Las técnicas espectrales mostraron un marcado pico en el periodo aproximado de 12.8 años para las capturas, mientras que el de las manchas solares fue de 11.6 años. Este trabajo es el primero en reportar la variabilidad anterior de los volúmenes de desembarques de *Rh. terraenovae* en el Golfo de México, utilizando un método que pueda aportar información para el diseño de modelos predictivos de captura en el futuro.





# Uso de herramientas GIS para la evaluación de la variable de evaporación en el balance de una cuenca.

M. I. María de los Ángeles Suarez Medina, M.I. Ernesto Aguilar Garduño, MTI. Citlalli Astudillo Enríquez,  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Morelos, México.  
Gestión del Agua y Medios Ambiente S. C., Morelos, México.

Actualmente, hablar del recurso hídrico es pensar en la problemática existente como la desigualdad en la repartición del agua y su contaminación. Muchos estudios relacionados con el tema tienen como base las cuencas hidrológicas, uno de ellos, enfocado en la gestión del agua es el cálculo del escurrimiento de agua superficial, el cual requiere de un análisis de variables climatológicas como precipitación y evaporación, entre otras. Cabe mencionar que las series históricas de esas variables son extensas, lo que complica su almacenamiento, organización y manejo de las mismas. Actualmente con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se logra optimizar los procesos de cálculo y el análisis de información vectorial o raster. Sirve además la visualización de la ubicación de los elementos en estudio lo cual permite sensibilizarse con la zona e identificar errores o diferencias considerables en los resultados. El objetivo de este trabajo es presentar un ejemplo en el que se utilizan las herramientas GIS para la obtención de evaporación media anual de una cuenca.

**Metodología y resultados:** La metodología utilizada para la obtención de la variable evaporación de las presas y los cuerpos de agua localizados dentro de una cuenca se obtiene con valor registrado de evaporación en las presas y con la lámina de evaporación de las estaciones climatológicas cercanas a los cuerpos de agua, la superficie del cuerpo de agua y el coeficiente de evaporación normalmente es mayor del 0.7. De manera general la metodología se resume en los siguientes pasos: a) recopilación de información; b) identificación y selección de cuerpos de agua y estaciones climatológicas cercanas a los cuerpos de agua; c) identificación del periodo de años factibles y homogéneos; d) análisis de la porosidad de la información; e) completado de series; f) obtención de la evaporación en presas; g) cálculo de la evaporación en cada cuerpo de agua seleccionado y h) obtención de la evaporación media anual por cuenca. Para esto se utilizaron las herramientas contenidas en la aplicación GIS, las cuales son de mucha ayuda porque agilizan la extracción de información y permiten hacer el análisis de datos. El resultado de estos procesos fue el volumen de evaporación por cuenca y por año, de los cuerpos de agua y presas de almacenamiento.

**Conclusiones:** Las decisiones que se toman para conocer por ejemplo la cantidad de agua que escurre en una cuenca o en una región depende de la confiabilidad de los datos que entran en un modelo de lluvia escurrimiento y que, al tener mayor certeza en la información de entrada, se tiene más confianza en los resultados obtenidos. El uso de SIG en el análisis de variables aporta practicidad y agiliza los procesos de cálculo, lo que permite al especialista utilizar un mayor tiempo en el análisis de datos más que en llevar a cabo los procesos.





# Variabilidad climática generada por cambios de uso de suelo y vegetación en la región central del estado de Veracruz, México.

Salas Martínez Fernando<sup>1</sup>, Méndez Pérez Juan Matias<sup>2</sup>, Valdés Rodríguez Ofelia Andrea<sup>3</sup>.  
El Colegio de Veracruz, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México.

Universidad Veracruzana, Facultad de Instrumentación electrónica, Xalapa-Enríquez, Veracruz, México.

La cobertura vegetal y el uso de suelo representan los elementos integrantes de los recursos básicos. Los cambios de estos elementos afectan los sistemas globales como pueden ser la atmósfera, el clima, el nivel del mar o la flora y fauna.

En los últimos años en el estado de Veracruz, al igual que en gran parte de México, se ha modificado el uso de suelo y vegetación. Haciendo grandes contrastes como son de bosques a zonas urbanas o agricultura. Estos cambios repercuten en las condiciones climáticas de dichos lugares.

El objetivo de este trabajo es analizar las modificaciones climáticas que se presentan en la zona central del estado de Veracruz mediante las simulaciones de un modelo de clima regional (RegCM), al momento de hacer cambios en el uso de suelo y vegetación.

La metodología a realizar consistió en realizar dos experimentos con el modelo RegCM en su versión 4<sup>1</sup>. El primero llamado control, consistió en simular el clima de la década 1980 con su correspondiente uso de suelo. El siguiente experimento llamado sensibilidad, consistió en simular el mismo periodo de tiempo que en el experimento de control pero únicamente modificando el uso de suelo y vegetación correspondiente a la década de 2010. Ambos experimentos se basaron en el uso de suelo y vegetación de las *Cartas de uso de suelo y vegetación serie I y V*, respectivamente. Los experimentos tuvieron una resolución espacial de 27 km y resolución temporal de 3 horas. Las condiciones atmosféricas iniciales y de frontera que se emplearon en las simulaciones fueron los datos de reanálisis ERA-Interim con una resolución espacial de 1.5° x 1.5° y temporales de 6 horas.

Posteriormente se realizaron dos simulaciones más mediante la técnica de *downscaling* para repetir los experimentos con un dominio en la parte central del estado de Veracruz. Se tomaron como condiciones iniciales y de frontera los campos atmosféricos simulados en los experimentos anteriores. Los dos nuevos experimentos tienen una resolución espacial de 9 km y se consideraron los cambios de uso de suelo y vegetación descritos.

A partir de las salidas numéricas obtenidas se elaboró un análisis comparativo entre las simulaciones.





# Variación espacial y temporal de las horas frías, en México. Importancia para la fruticultura de climas templados.

Guadalupe Rebeca Granados Ramírez, María José Ibarrola Rivas, Moisés Fernando Cortina Cerdeña, Anayatzin Sagrario Mendoza Castro.

Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX.

El territorio nacional mexicano, tiene una amplia gama de climas. Geográficamente la superficie se ubica en latitudes tropicales, pero debido al factor de altitud, una amplia extensión presenta características propias de climas templados; las cuales posee condiciones ecológicas propicias para el desarrollo de especies frutícolas.

El clima es el componente del medio físico, cuya influencia se deja sentir en la actividad agrícola; el recurso clima ha pasado de estable a cambiante; los elementos: temperatura y precipitación han presentado variaciones importantes en el tiempo y en el espacio y causan preocupación, ya que sus efectos se traducen en pérdidas de alimento, entre otros. Por tanto, se debe insistir en el conocimiento profundo del medio climático para que las especies se puedan desarrollar óptimamente, sin invertir grandes sumas de dinero en insumos. Un indicador derivado del elemento temperatura es el denominado horas frío, mismo que es de particular importancia en la fruticultura.

En México se cultivas más de 100 especies frutícolas, y son 36 las de mayor importancia de las cuales 17 son de clima templado. La actividad frutícola en diversas regiones de México proporciona diversos beneficios a la población: nutricionales, económicos y sociales. El objetivo de este estudio será regionalizar el territorio nacional, delimitando el potencial productivo para cada especie y variedad de fruto, tomando en cuenta condiciones físicas como clima, relieve, pendiente y suelo además y específicamente indicadores agroclimáticos específicos para frutales caducifolios.





# Visual de cuencas hidrológicas riesgosas que cruzan zona urbana de Puerto Vallarta.

Víctor Manuel Cornejo López, Julio Cesar Morales Hernández, Christian Rene Escudero Ayala, Adriana del Carmen Bernal Villa, Karen Leticia Flores Navarro.

Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco.

La costa mexicana del Pacífico es frecuentemente afectada por sistemas meteorológicos que provocan lluvia, dichos sucesos, por un lado son adversos cuando son excesivos y se asocian a malas decisiones o errores humanos, pero, por otro lado, traen beneficios, cuando precipita en valles internos y se capta el agua donde existe la forma, única fuente de agua dulce, aspecto que gradualmente se va transformando en un tema de seguridad nacional. Los crecientes puertos del Pacífico sur mexicano desde Bahía de Banderas hasta la zona fronteriza en el estado de Chiapas, tienen ciertas particularidades geográficas en común: enfrente el mar, y a espaldas, la Sierra Madre del Sur, en algunos casos algo alejada, en otras, las colonias ya encaramadas en el pie de monte, aspecto que ocupa muy frecuentemente a las corporaciones de Protección Civil en materia preventiva y operativa cuando ocurren avenidas súbitas de ríos o arroyos, o bien desprendimiento de laderas, un ejemplo de esto, ocurrió en el puerto de Acapulco con el huracán Pauline en 1997. Salvo en los grandes puertos, en la mayoría de los municipios costeros, las corporaciones de Protección Civil, presentan condiciones muy precarias con personal de bajo nivel escolar, de hecho se requiere el apoyo estatal, y tratando de hacer conciencia, visualizando de una forma sencilla las cuencas hidrológicas y estimulando el sentido común ante el peligro, es el objetivo del presente trabajo que se realiza en Puerto Vallarta.

Puerto Vallarta cuenta con una parcial red de drenaje de aguas pluviales, situación que actualmente se viene padeciendo ya que, lluvias consideradas comunes, propician encharcamientos relevantes, situación que se va tornando paulatinamente más marcada. Pero el gran peligro ante lluvias extraordinarias como ya lo ha ocurrido en el pasado, lo representan las cuencas hidrológicas que la cruzan o que están adyacentes, aspecto que se tratará con mayor detalle en la presentación.

