

Sesión Regular

# **Climatología, Cambios Climáticos y Atmósfera**

Organizadores:

Gerardo Ruíz Suárez  
René Garduño

CCA-1

### EL EFECTO DEL CAMBIO DEL USO DEL SUELO EN EL CLIMA DE LA ZONA CENTRAL MONTAÑOSA DEL ESTADO DE VERACRUZ

Barradas Miranda Víctor L.<sup>1</sup>, Cervantes Pérez Juan<sup>2</sup>, Muñoz de Jesús Hernández Alma Delia<sup>2</sup> y San Cristóbal Bárbara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Ecología, UNAM*

<sup>2</sup>*Centro de Ciencias de la Tierra, UV*

vbarrada@ecologia.unam.mx

Se realizó un análisis de los cambios en la precipitación pluvial que se han presentado en la zona central montañosa del estado de Veracruz, auxiliado con el modelo climático de mesoescala MM5. Por un lado, se llevó a cabo una serie de análisis de tendencia de la precipitación pluvial y de frecuencia de nieblas con el fin de determinar si la precipitación pluvial ha aumentado o disminuido y, por el otro, se implementó el modelo MM5 para determinar el cambio climático potencial de la región al cambiar el uso del suelo. Las tendencias de la precipitación a barlovento fueron negativas preferentemente en la época seca, y positivas en la época húmeda, mientras que a barlovento fueron negativas en la época seca. Las tendencias de la frecuencia de nieblas fueron concomitantes con las de precipitación, siendo positivas o negativas a mayores o menores altitudes, respectivamente; producidas probablemente por el cambio del uso del suelo de la región. Esto se refleja en los resultados generados por el modelo MM5 en el que al cambiar el uso del suelo de vegetación original a pastizales se encontraron cambios drásticos de la precipitación y la temperatura del aire distribuidos en toda la región de estudio. Se concluye que en la región ha habido un cambio climático producido principalmente por la transformación que ha sufrido el uso del suelo, aunque probablemente también haya efectos del cambio climático global. Esta investigación se llevó a cabo con apoyo al proyecto con clave SEMARNAT-2004-C01-332.

CCA-2

### UNDERSTANDING THE HYDROCLIMATOLOGY OF THE MOUNTAIN REGION OF SINALOA, MÉXICO

Brito Castillo Luis<sup>1</sup>, Filonov Anatoliy<sup>2</sup>, Tereshchenko Iryna<sup>2</sup>, Palacios Hernández Emilio<sup>2</sup> y Monzón César<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.*

<sup>2</sup>*Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara*

lbrito04@cibnor.mx

The mountain region of Sinaloa is steep complex terrain where elevation abruptly changes reaching its maximum at 2600 m above sea level, and favorable conditions exist for developing convective storms from June to October. However, distribution of rains and streamflows in the region is not uniform both in space and time, and the little information about their seasonality makes very difficult to identify coherent modes of variability. The strong seasonal fluctuations of rains and the development of long-term periods of droughts and floods increase the convolution in understanding the hydroclimatology of the region. Water availability is highly dependent of these features affecting the population inhabited there and 60,000 farmers dedicated to the breeding of 1,600,000 bovines and the farming of 650,000 hectares of non-irrigated land. Furthermore, our ability to

understand the main-production processes of rain and streamflow in the region is limited by the lack of long-term records. Using multiple regression techniques and the available information from the longest seasonal streamflow series in northwest México, reconstruction of streamflows was possible between 1924 and 2000. Homogeneity analysis of the reconstructed series using Student t-test showed a discontinuity in the internal homogeneity of the series, being the mountainous region of Sinaloa the worst example of all, indicating that the period of data is not sufficient to capture all the variability involved. Regionalization of streamflow behavior along the western Sierra Madre Occidental (SMO) using rotated empirical orthogonal functional analysis broadly cluster into two significant regions of spatial coherence to the north and south of the SMO. However headwater catchments that lay mostly in Sinaloa mountain region fail to be classified as being part of some of the elucidated regions. Daily rainfall climatology, i.e. the long-term average per day between 1947 and 2001, of those climate stations with more than 40 yrs of data in northwest México show that recurrent abundant discrete storms develop in the mountain region of Sinaloa partly explaining the failure in that classification. As has been pointed out by other authors, these results mean that surface runoff in the mountain region of Sinaloa may be better correlated with specific features of precipitation such as intensity and duration of discrete storms, than with basin-average or time-average rainfall.

CCA-3

### DINÁMICA DE LA ISLA DE CALOR DE LA CIUDAD DE MÉXICO- HACIA UNA CLIMATOLOGÍA DEL FENÓMENO

Jáuregui Ostos Ernesto

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

ejos@atmosfera.unam.mx

En este trabajo, se analizan las series de temperatura con base en las diez estaciones de la calidad del aire operadas por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal SIMAT (Sistema de monitoreo atmosférico), antigua RAMA. Asimismo, se utilizan datos de la precipitación extrema del Observatorio perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional. Dicha red de estaciones de la calidad del aire de la ciudad de México, ha cumplido 20 años de operar normalmente. Con este motivo se examinan los cambios en la temperatura y precipitación en el área de estudio. Ambas variables muestran una tendencia positiva. Por lo que concierne al análisis de las isótermas de la temperatura media anual, a largo plazo esta revela que la variación de la temperatura anual por décadas oscila entre 0.613°C (en los suburbios) y 0.246 °C. Las áreas centrales de la ciudad ha tendido a calentarse más rápidamente que el entorno, debido al cambio de suelo originado por la creciente urbanización. En cuanto a la precipitación de nubes convectivas, estas tienden a incrementarse al mismo tiempo, que la frecuencia de eventos extremos de lluvia aumenta.

Asimismo, el calentamiento del aire observado en la capital favorecería, por otra parte a incrementar los niveles de O<sub>3</sub> al aumentar la temperatura. Los cambios observados tienden a inducir una mayor frecuencia de eventos de calor. Los datos de lluvia de la estación Tacubaya, muestran además un incremento en la frecuencia de eventos de precipitación extrema, evidente en la serie de lluvia máxima en 24 hrs. En resumen el examen de la variación espacial y temporal de las series de temperatura de la ciudad capital revela, que el fenómeno de la isla de calor se ha intensificado en un promedio de 2 °C aproximadamente el período de dos décadas (1986-2006). Al mismo tiempo dicho

fenómeno, se ha extendido cubriendo una superficie cada vez mayor. Finalmente se puede concluir que a medida que creció la ciudad capital en extensión (y población) se observó una atmósfera urbana más cálida, lo que podría implicar un aumento de la morbilidad de la población.

Palabras claves: clima urbano, isla de calor, lluvia extrema.

CCA-4

### **EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL SECTOR FORESTAL EN MÉXICO**

Gómez Mendoza Leticia y Magaña Rueda Víctor

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

lgomez@correo.filos.unam.mx

Estudios sobre la vulnerabilidad al cambio climático en las regiones forestales en México apuntan que cerca del 30 por ciento de los bosques disminuirán su distribución. La Estrategia Nacional para el Cambio Climático define una línea de acciones encaminadas a reducir la vulnerabilidad del sector. Sin embargo las actuales políticas públicas de la Conafor y Semarnat no parecen contemplar estrategias concretas para enfrentar el cambio climático en materia de aprovechamiento sustentable, reforestación, combate a incendios y servicios ambientales. Este estudio evalúa la eficiencia de los actuales planes nacionales forestales, la investigación científica al respecto y la comparación con prácticas de países eminentemente forestales.

CCA-5

### **ESCENARIOS DE ALTA RESOLUCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO**

Zermeño Díaz David Maximiliano y Magaña Rueda Víctor

*Universidad Nacional Autónoma de México*

davidm03@hotmail.com

Actualmente existe gran confianza en que el incremento de las concentraciones atmosféricas de GEI producirá cambios en el clima global, particularmente incrementos en la temperatura. Sin embargo la estimación de cómo el aumento de temperatura global se reflejará en cambios a nivel regional es incierto, pues está acompañado de numerosas incertidumbres. Los escenarios regionales presentados en el Cuarto Informe de Evaluación sobre Cambio Climático (IPCC-AR4), se centran en proyecciones de temperatura y precipitación, pero el concepto regional se refiere a extensiones de nivel casi continental, como fue Norte América, Europa o África. Con tal resolución espacial es difícil pasar a la definición de acciones de adaptación para una cuenca o ecosistema particular. Las técnicas de reducción de escala se han desarrollado como puentes entre los resultados obtenidos con modelos de circulación general (GCM) de baja resolución espacial, y aquellos que analizan los potenciales impactos del cambio climático a nivel local.

La generación de escenarios regionales es una tarea que forma parte de la gestión de riesgo ante cambio climático y como tal, requiere considerar cuantitativamente la incertidumbre bajo cada proyección. Ha sido práctica común en los últimos años el utilizar la dispersión entre proyecciones como una medida de la incertidumbre en los escenarios de cambio climático, esta filosofía se sigue en este trabajo a través de considerar la mayoría de las proyecciones.

Se utilizó el esquema Climate Predictability Tool (CPT) para derivar escenarios de alta resolución a partir de las proyecciones de los GCM utilizados en IPCC-AR4. El CPT actúa sobre medias mensuales, para evaluar la actividad de eventos extremos se utilizó el Generador Estocástico de Tiempo Meteorológico.

El cambio climático en México se presenta básicamente como una anomalía positiva en la temperatura y una anomalía negativa en la precipitación. Sin embargo los patrones regionales varían sensiblemente en sus aspectos espaciales. Para la región norte y noroeste de México, se esperan cambios superiores a los 4° C con una incertidumbre menor a 2° C, mientras que en el noreste y sur de México dichos cambios están en el rango de entre 2 y 2.5° C con la misma incertidumbre. El mayor aumento de temperatura en el régimen anual se encuentran en los meses más calurosos climatológicamente. De manera similar, las regiones con la mayor disminución de precipitación son las regiones donde climatológicamente llueve más, como en el sur de México. Sin embargo, las regiones que se verán más afectadas son el oeste y norte de México, ya que la anomalía porcentual supera, en los peores escenarios, el 30% de disminución a finales del presente siglo.

La variabilidad diaria de la temperatura bajo cambio climático se ve aumentada a un ritmo de casi en 0.5° C por década. De esta manera los extremos cálidos serán de mayor magnitud, cerca de 3° C adicionales a mediados del siglo presente y cerca de 6° C para finales del siglo. Los cambios en los eventos extremos de precipitación aumentan su intensidad aunque el número de días con precipitación normal disminuye menor.

CCA-6

### **¿SE HA CALENTADO MÉXICO EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS?**

Graef Ziehl Federico, Reyes de la Gala Jorge y Pavia López Edgar

*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*

fgraef@cicese.mx

Temperaturas máximas y mínimas del aire (Tmax, Tmin) en México se analizan para buscar una señal regional de cambio climático. Los registros de temperatura (T) se dividen en dos periodos: antiguo (1940-1969) y reciente (1970-2004); y en las cuatro estaciones más el promedio anual. Para estos 20 casos, y para cada una de las 1391 estaciones seleccionadas, se construyen series de tiempo y se obtiene su tendencia lineal (m). La significancia estadística de m se probó proponiendo la hipótesis nula  $m = 0$ . El largo de la serie de tiempo (n) considerado para esta prueba fue el n-efectivo que toma en cuenta la correlación interna de T. La hipótesis nula se rechazó en menos de 25% de las estaciones en todos los casos. Los resultados principales son: (1) México se ha calentado durante el periodo reciente, y este calentamiento ha sido más generalizado en Tmax que en Tmin y en verano que en las otras estaciones; (2) México se enfrió durante el periodo antiguo, y este enfriamiento fue más generalizado en invierno que en las otras estaciones; (3) En ninguno de estos casos el fenómeno de El Niño-Oscilación Austral (ENOA) parece jugar un papel directo; (4) En contraste con ENOA, las fases de la Oscilación Decenal del Pacífico (ODP) son consecuentes en ambos casos: ODP en fase cálida prevalece durante el periodo de calentamiento reciente, y ODP en fase fría prevalece durante el periodo de enfriamiento antiguo; finalmente (5) El patrón de las tendencias de temperatura en el noroeste de México muchas veces es diferente al del resto del país.

CCA-7

### MODELACION DEL EFECTO INVERNADERO Y LAS ALTAS TEMPERATURAS DE LA ATMOSFERA SUPERFICIAL DE VENUS

Mendoza Víctor, Garduño López René, Adem Julián y Grutter Michel

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

victor@atmosfera.unam.mx

Un modelo termodinámico del clima ha sido adaptado para simular un mecanismo de calentamiento de la atmósfera baja de Venus. El modelo aplica la ecuación de conservación de energía térmica a una delgada capa del suelo de Venus y a una capa atmosférica de 75 km de espesor, la cual incluye una capa de nubes cuya base esta localizada a 50 km de altura y cuyo espesor es de 20 km. El modelo usa un espectro simplificado de emisión infrarroja de la atmósfera, que incorpora el efecto de ensanchamiento de las bandas de CO<sub>2</sub> por el incremento en la presión. La superficie de Venus y la capa de nubes son consideradas como cuerpos negros para la radiación infrarroja.

Las altas temperaturas (~ 464°C) registradas en la superficie de Venus, a pesar del alto albedo planetario (75%) por su cobertura total de nubes, pueden ser debidas en parte al intenso efecto invernadero causado por la pesada atmósfera que ensancha las bandas de CO<sub>2</sub>. Las nubes que cubren la totalidad del planeta añaden un importante efecto invernadero de 143°C.

CCA-8

### MODELACIÓN DEL AGUA DISPONIBLE EN LA REGIÓN LERMA-SANTIAGO-PACÍFICO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Garduño López René, Mendoza Víctor, Villanueva Urrutia Elba, Oda Berta y Satisteban Martínez Gastón

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

rene@atmosfera.unam.mx

Se estima el volumen de agua disponible (precipitación menos evapotranspiración) per capita en la Región Hidrológica Lerma-Santiago-Pacífico para la actualidad (1976-2000) y para mediados del siglo, tomando en cuenta el cambio climático y el aumento de la población. La estimación se hace con nuestro Modelo Térmico-Hidrológico y con el Modelo de Balance de Agua, cuyas variables de entrada son la temperatura y la precipitación, y cuyos cambios futuros se toman de nuestro Modelo Termodinámico del Clima, de dos modelos de circulación general y de la tendencia climática, bajo dos escenarios de emisiones antropógenas del IPCC o con duplicación del CO<sub>2</sub> atmosférico (condiciones equivalentes). Para el crecimiento demográfico se hace una proyección logística.

Tomando un promedio del clima futuro y según la clasificación de la UNESCO, en cinco de las 24 cuencas de la región (por cierto las más pobladas) se espera una disponibilidad del agua per capita extremadamente baja, en tres muy baja y en otras siete baja.

CCA-9

### VARIACIONES INTRA-ESTACIONALES EN EL CICLO DIURNO DEL VIENTO SUPERFICIAL EN EL SITIO DE CERRO CATEDRAL (MÉXICO)

Álvarez Gasca Oscar y Contreras Hernández Ana Delia

*Universidad Veracruzana*

oalvarez13@gmail.com

Son analizadas las variaciones intra-estacionales del ciclo diario del viento en superficie en el sitio de Cerro Catedral, estado de México. A partir de un periodo anual de datos continuos se determinan patrones de recurrencia en intensidad y dirección. Estos patrones resultaron típicos de vientos de pendiente y forzamiento orográfico local. Se evalúa la exposición del sitio al paso de frentes fríos mediante el factor de asimetría de las isotacas, mientras que las fluctuaciones de intensidad del viento resultaron asociadas a la circulación nocturna. Finalmente, se establecen las configuraciones más probables de las estructuras del viento de tormenta a mitad de verano a partir de las fluctuaciones de dirección en correlación con datos altura.

CCA-10

### THE SEARCH FOR CYCLES IN DAILY RAINFALLS IN NORTHWEST MEXICO

Brito Castillo Luis<sup>1</sup>, Filonov Anatoliy<sup>2</sup>,  
Tereshchenko Iryna<sup>2</sup> y Monzón César<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.*

<sup>2</sup>*Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara*

lbrito04@cibnor.mx

Daily rainfall climatology, i.e. the long-term average per day between 1947 and 2001, of those climate stations with more than 40 yrs of data in northwest Mexico, reveals that at latitudes of Nayarit state recurrent storms with more than 10 mm/day develop. These storms are confined at those latitudes and develop at the end of July and through the August, causing a disruption in the occurrence of the Month of Maximum Precipitation (MMP) distribution in northwest Mexico. An analysis of the ENSO effect on these supplementary rains using daily precipitation anomalies, i.e. the difference between daily rainfall and its correspondent daily long-term mean, and averaging the anomalies, per day of the year of the El Niño and La Niña years between 1940 and 2004, shows that El Niño and La Niña modes depict an opposite daily rainfall distribution. El Niño and La Niña modes were retained separately after applying Varimax Rotated Empirical Orthogonal Functional analysis to daily rainfall anomaly series. Differences in intraseasonal variations between Nayarit and Sinaloa regional modes clearly demonstrate that the frequent storms are not only confined to the south at latitudes of Nayarit but also are modulated by ENSO events. However, this modulation is far from being linear. Intent to explore the presence of cycles in daily rainfall anomalies was done applying spectral analysis to regional daily anomaly rainfall series (RDARS) of Baja California Sur, Sinaloa and Nayarit modes. The analysis using Fourier transform methods reveals significant periodicities common to all series. Notable frequencies (cycles per day, cpd) that are coincident in the three series are between 4.4 and 13 cpd, and between 47 and 90 cpd. Estimating the spectral density of the series per year, from June to September, and averaging the resultant frequencies for the entire

period of records (55 years), indicates that high frequencies from 4 to 12 cpd are very stable. However, lower frequencies, i.e. from 47 to 90 cpd, come and down from period to period indicating a very complicated picture. This analysis fails to demonstrate any regularity in the occurrence of local storms at latitudes of Nayarit. Further analysis will be focus on investigating the cause-effect relationship between higher frequencies and the occurrence of time-scale of tropical easterly waves passing south of Mexico, and between lower frequencies and Madden-Julian Oscillation.

CCA-11

### IMPLICACIONES DE LA INTERCEPTACION DE LA NIEBLA EN LA CAPTURA DE AGUA EN UN BOSQUE DE CONIFERAS

Barradas Miranda Víctor L.<sup>1</sup>, Cervantes Pérez Juan<sup>2</sup> y Sánchez Falfan Antonio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología, UNAM

<sup>2</sup>Centro de Ciencias de la Tierra, UV

vbarrada@ecologia.unam.mx

En los últimos años ha sido muy notoria la gran escasez del agua en el país. Esto es debido a la gran deforestación a la que han sido sujetos los bosques, a su contaminación por las actividades humanas y a una ausencia total de su ahorro, aparte de los efectos del cambio climático global. Por ello, es necesario implementar estrategias para su manejo eficiente y sustentable. El primer paso a dar es la determinación precisa de la cantidad de agua que se encuentre disponible en una región. El método más sencillo de calcular la cantidad de agua disponible en un sitio es el balance hídrico que analiza tanto las entradas como las salidas de agua de un sistema como una cuenca. Aunque siempre se ha reconocido a la precipitación como la entrada principal de agua al sistema, la niebla puede jugar un papel muy importante. El fenómeno de la interceptación de la niebla producida por la vegetación en general y por los árboles en particular proporciona agua al sistema mediante la precipitación indirecta que se establece por el goteo del agua desde el follaje, y el almacenaje en el suelo que se produce al interrumpirse la transpiración. El objetivo de esta investigación fue el de evaluar la interceptación de la niebla en un bosque de pinos en La Joya, Veracruz (19° 38' N, 97° 05' W, 2421 m snm) y esclarecer sus consecuencias en la captura de agua. Para ello, se realizaron mediciones de precipitación dentro y fuera del dosel vegetal en presencia de precipitación pluvial y/o de niebla. Simultáneamente se midió la radiación neta, la temperatura y la humedad del aire, y la intensidad del viento. Seguidamente se calculó la cantidad y el tiempo de la evaporación desde el follaje de los árboles con el modelo de Penman-Monteith. También se midió la transpiración de algunos pinos seleccionados al azar con el método de pulsos calóricos en eventos de niebla y sin ésta. Los resultados mostraron que la cantidad de agua interceptada varió en el tiempo debido posiblemente a las condiciones microclimáticas y a las áreas de captación. La cantidad de agua almacenada en el follaje varió desde 1.2 a 5 mm tardándose en evaporarse de 2 a 4 horas después de cada evento. La cantidad de agua que no se transpiró y quedó posiblemente almacenada en el suelo fue de 0.13 a 1 mm/h. Por otro lado, se encontró que la niebla puede contribuir al balance hídrico hasta con un 50%. Es evidente que la niebla juega un papel muy importante en la captura de agua en este tipo de ecosistemas. En una hectárea de bosque, la cantidad de agua almacenada podría ser de más de 1300 litros de agua en solo una hora que permanezca mojado el follaje. Con estudios de este tipo es posible calcular con más precisión la cantidad de

agua disponible en un sitio para planear con mayor eficiencia el uso del agua. Esta investigación se realizó mediante el proyecto SEMARNAT-2004-C01-332.

CCA-12

### PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA PARA LA RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y EL FENÓMENO DE “EL NIÑO”

Bravo Cabrera José Luis, Gay García Carlos, Estrada Porrúa Francisco, Aspra Romero Enrique y Zarraluqui Such Victor

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

jibravo@atmosfera.unam.mx

El Objetivo de este trabajo es analizar, usando pruebas estadísticas, la significancia de las diferencias de la precipitación entre condiciones de “El Niño”, neutrales y “La Niña” para la época de verano (húmeda), para la de invierno (seca) y considerando la precipitación durante el año completo. Se hace también un análisis de la precipitación en condiciones de Niño neutral. Se usaron los datos proporcionados por la NOAA desde 1950 del Índice Multivariado del El Niño/Oscilación del Sur (MEI) para estimar la presencia e intensidad del fenómeno ENOS y los datos de precipitación se obtuvieron de 349 estaciones climatológicas con 35 a 40 años completos de observaciones tomadas de la base de datos Clicom actualizada para el año 2006. Se ajustaron líneas rectas usando como variable dependiente la precipitación y como variable independiente el valor del MEI. Las pruebas estadísticas usadas fueron la significancia de la regresión y las pruebas no paramétricas de Wilcoxon Mann Whitney y de Kruskal Wallis. Los resultados muestran que durante la ocurrencia de años de Niño la precipitación disminuye en el sur y aumenta significativamente en el norte y noroeste de México. Por el contrario durante años de Niña la precipitación se incrementa al sur y disminuye en la parte norte. En la parte central del país las diferencias con respecto a las condiciones neutrales no son significativas. Si consideramos las épocas de verano e invierno el comportamiento es algo distinto: en veranos de Niño la precipitación disminuye en el sur y parte central y en el norte permanece aproximadamente sin cambios. En condiciones de Niña y verano la precipitación se incrementa en el sur del país. Durante el invierno la precipitación se incrementa en el norte y noroeste en condiciones de Niño y en condiciones de Niña disminuye hacia el sur. La varianza promedio de la precipitación explicada por la variable MEI es apenas de alrededor de 5% y en las regiones del noroeste y sureste la varianza explicada tiene valores máximos de alrededor de 35%. Las pruebas de Wilcoxon Mann Whitney y de Kruskal Wallis ofrecen también resultados de significancia muy baja.

CCA-13

### PATRONES CARACTERÍSTICOS ASOCIADOS CON LOS CAMBIOS EN LA CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA EN EL PACÍFICO TROPICAL NORORIENTAL DURANTE EL VERANO

Romero Centeno Rosario, Raga Graciela y Zavala Hidalgo Jorge

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

rosario@atmosfera.unam.mx

Se analizan los patrones de precipitación, presión atmosférica al nivel del mar, radiación de onda larga y velocidad vertical durante el verano, asociados con cambios en los vientos zonales

cercanos a la superficie sobre el pacífico tropical nororiental (PTN) central (10°N-15°N, 115°W-95°W) en la escalas sinóptica. Se muestra que los vientos del este sobre la región están asociados con un sistema de alta presión sobre el Golfo de México y el sureste de los Estados Unidos, que induce subsidencia e inhibe la convección sobre el oeste del Golfo de México y regiones adyacentes. También se induce la intensificación de los vientos alisios del Caribe Occidental y los jets de Tehuantepec y Papagayo. Los vientos del este sobre el PTN central están asociados con una reducción de transportes de vapor del Océano Pacífico a las costas adyacentes del sur de México y Centroamérica y con un desplazamiento hacia el oeste de la convección profunda y la precipitación. Este patrón general está relacionado con la sequía del medio verano observado en algunas regiones del este del PTN, sur de México y Centroamérica.

CCA-14

### **ANÁLISIS DEL EVENTO METEOROLÓGICO RELACIONADO CON LA INUNDACIÓN DE OCTUBRE DEL 2007 EN TABASCO**

López Méndez Valentín, Zavala Hidalgo Jorge, Romero Centeno Rosario y Fernández Eguiarte Agustín

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

valentin@atmosfera.unam.mx

Entre los días 23 de octubre y 1 de noviembre del 2007 un evento meteorológico extremo causó daños en la región sureste de México. Una masa de aire frío proveniente de Estados Unidos penetró en México causando severos daños en tierra así como en las plataformas petroleras del Golfo de México. En la región sureste se registraron dos eventos extremos de precipitación; el primer evento, entre los días 23 y 25 de octubre, mientras el frente frío cruzó la región; el segundo evento, entre el 28 de octubre y el 1 de nov, resultado de la interacción del frente frío con un sistema de baja presión tropical localizado en el Mar Caribe. La precipitación acumulada alcanzó más de 1000 mm en algunas regiones montañosas (sumando los dos eventos de precipitación) provocando el desbordamiento del río Grijalva que a su vez causó una inundación sobre el estado de Tabasco. En el Golfo de México la intensidad de los vientos registrados alcanzó más de 90 km/h afectando las plataformas petroleras, los daños fueron evaluados en 7 billones de dólares. Ambos eventos extremos son reproducidos con el modelo Weather Research and Forecasting (WRF) al realizar simulaciones en modo pronóstico con 72 horas de anticipación. Las precipitaciones acumuladas obtenidas con el modelo se comparan con observaciones puntuales de algunas estaciones meteorológicas de la región, mientras que los vientos sobre el Golfo de México se comparan con datos de boyas pertenecientes al National Bouy Data Center (NDBC). Los resultados muestran un gran transporte de humedad hacia la región del Istmo de Tehuantepec asociado a la formación de un jet en el frente que al interactuar con la zona montañosa causó la precipitación extrema. La correlación entre las variables pronosticadas y observadas es alta, además de que el modelo delimitó bien las regiones con mayor precipitación acumulada.

CCA-15

### **MODELACIÓN DE UNA ESTACIÓN CICLÓNICA DEL ATLÁNTICO TROPICAL CON EL MODELO REGCM**

Cruz Pastrana Daniela y Caetano Ernesto

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

daniela@atmosfera.unam.mx

El clima de México durante el verano, dada su posición geográfica, es modulada por la actividad de sistemas tropicales, entre los que destacan las ondas del este y ciclones tropicales.

La implementación de un modelo climático regional en el Atlántico tropical y en México permitirá el estudio de la dinámica de los fenómenos que afectan las lluvias durante el verano y su variabilidad decadal.

El modelo RegCM es un modelo climático regional, compresible, con coordenadas verticales sigma, que utiliza las ecuaciones primitivas, al cual incorporaron parametrizaciones de esquemas de precipitación convectiva e interacción océano-atmósfera, entre otras específicas para estudios climáticos regionales.

En este trabajo se presentan resultados de los análisis de los experimentos del modelo RegCM para la región del Atlántico tropical durante la estación ciclónica activa del 2005. Se comparan estos resultados con los registros observados para evaluar la predictibilidad de estos sistemas tropicales. Estudios preliminares muestran que el modelo tiene un adecuado comportamiento en la simulación de ciclones y en la actividad de ondas del este, en el periodo en la región de estudio.

CCA-16

### **DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES OCEANICAS SUPERFICIALES ASOCIADAS A LA INTENSIFICACIÓN DE HURACANES EN MARES MEXICANOS**

Hernández Olivares Aldo Omar y Sánchez Montante Orzo

*Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, IPN*

aldoolivares@hotmail.com

Las condiciones oceánicas superficiales asociadas a la intensificación de huracanes históricos han sido identificadas en la región de estudio durante las estaciones de 1993-2007, utilizando datos satelitales de altimetría y temperatura superficial del mar en correlación con la base de datos históricos de la evolución de huracanes. La región de estudio incluye tanto la región del Pacífico tropical del este, entre la costa centroamericana y los 120°W, como la región norte del mar Caribe y del Golfo de México en su totalidad.

Para el análisis se han considerado únicamente aquellos huracanes que se hayan disipado dentro de la región de estudio, con principal interés en aquellos que han remontado la región continental. Mediante un algoritmo computacional de búsqueda sistemática se ha identificado, para cada huracán del periodo de estudio, el campo inmediatamente anterior de cada variable de diagnóstico (SST, SSH), de mayor proximidad a las fechas de evolución del huracán sobre su trayectoria. Así mismo se ha identificado en cada campo anterior el valor de cada una de las variables de diagnóstico en las coordenadas longitud/latitud de la trayectoria bórica. El conjunto de valores identificados para cada huracán en la fecha de máxima intensidad del viento y/o

de mínima presión definen en conjunto las condiciones oceánicas superficiales sobre las cuales se presentó la mayor intensidad alcanzada. Las variables de diagnóstico de las condiciones oceánicas superficiales son obtenidas de las bases de datos de sensores de altimetría y microondas satelital.

La comparación entre los resultados obtenidos en forma independiente entre ambas regiones, Pacífico Mexicano y MIA, muestran que la temperatura superficial del mar favorece la intensificación de huracanes en los MIA, no así en el Pacífico Mexicano. En contraparte la altura dinámica del nivel mar no se presenta necesariamente como una variable determinante de la intensidad del huracán. Resultado que se contrapone a las diversas investigaciones que reportan, en casos específicos de huracán, una correlación local con estructuras dinámicas de alto contenido de calor (mayor elevación del nivel del mar).

CCA-17

### RESULTADOS RECIENTES DEL EFECTO DE UN VORTICE CICLONICO ASIMETRICO SOBRE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL MAR EN EL GOLFO DE MEXICO

Villanuava Urrutia Elba E., Mendoza Víctor y Adem Julián

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

eevu@atmosfera.unam.mx

Un modelo de alta resolución (10km) basado en las ecuaciones de conservación de energía térmica y de energía mecánica, las cuales se integran verticalmente en la capa de mezcla del Golfo de México, es aplicado para calcular el transporte turbulento vertical de calor a través de la termoclina y los flujos de calor en la superficie del mar inducidos por un forzamiento similar al de un huracán.

Para generar el viento del huracán en la superficie marina, usamos un modelo matemático de un vórtice asimétrico, en donde la posición, el viento máximo tangencial, el radio de vientos máximos y el ángulo de asimetría son tomados del Huracán Lili, el cual cruzó el Golfo de México al oeste de la Corriente de Lazo entre el 30 de Septiembre y el 4 de Octubre de 2002.

Los datos de temperatura del aire, presión al nivel del mar, humedad relativa y nubosidad, necesarios para correr el modelo son tomados de los Reanálisis de Norte América de 32km de resolución (NARR/NCEP).

Los resultados muestran que el principal mecanismo de enfriamiento de la superficie marina es la penetración de agua fría desde la termoclina que se produce por el fuerte viento ciclónico.

CCA-18

### EL CICLO DIURNO DE LA EVAPORACIÓN NATURAL

Pavia López Edgar

*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*

epavia@cicese.mx

Los modelos de evaporación natural proponen que la cantidad de vapor transportada de regreso a la atmósfera, desde un cuerpo de agua o una superficie húmeda, es principalmente función de una o varias variables meteorológicas, tales como: humedad relativa, temperatura del aire, radiación solar y rapidez del viento. Comúnmente estas variables tienen un ciclo diurno

(más notablemente radiación solar y temperatura del aire) y por lo tanto también lo tiene la evaporación natural. En este trabajo aproximamos experimentalmente este último ciclo pesando continuamente una charola de evaporación y estimando la tasa de evaporación por peso diferencial cada cinco minutos. Estos experimentos sugieren que para climas templados (primavera y verano 2008 en la cercanía de 32° N, 117° W), y para capas delgadas de agua y arena húmeda saturada, el ciclo diurno de la evaporación natural es casi exclusivamente dependiente del ciclo diurno de la radiación solar, y que un nuevo número de proporcionalidad de Dalton entre la razón de evaporación y la radiación solar es del orden de (10 a la -10) metros cúbicos por Watt por segundo.

CCA-19

### VARIABILIDAD ESPACIO-TEMPORAL DE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA EN MÉXICO

Méndez Pérez Juan Matías y Magaña Rueda Víctor

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

matias@atmosfera.unam.mx

En este trabajo, basado en una malla regular de precipitación mensual para los últimos 100 años, se documenta la estructura de importantes eventos de sequía meteorológica durante el verano en México. De este análisis se identifica que las sequías más severas en México se caracterizan por un dipolo norte-sur: con un patrón seco (húmedo) en el norte de México mientras que el sur se encuentra húmedo (seco).

Se examinan las variaciones de baja frecuencia en precipitación y los potenciales mecanismos forzantes de la sequía meteorológica sobre la región de estudio. En este trabajo se identifica a la Oscilación Multidecadal del Atlántico (AMO, por sus siglas en inglés) y a la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés) como los elementos moduladores de sequías severas de duración multianual. Finalmente, se encuentra que la actividad de las ondas del este puede ser un proceso a través del cual las anomalías de la temperatura de la superficie del mar, asociadas con AMO, puede reflejar las variaciones de precipitación sobre México.

CCA-20

### DESVIACIONES EN LAS ESTIMACIONES DE LLUVIA CON RADAR DOPPLER POR ANOMALÍAS DE VELOCIDADES DE GOTAS

Montero Martínez Guillermo<sup>1</sup> y García García Fernando<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

<sup>2</sup>Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

gmontero@atmosfera.unam.mx

El radar es considerado actualmente como uno de los instrumentos más adecuados para la observación de la atmósfera. Además, el avance de la tecnología ha permitido que las aplicaciones de este instrumento vayan aumentando de manera considerable. Los radares operacionales más modernos son aquellos con tecnología Doppler, con los cuales se puede detectar el movimiento de las partículas de precipitación y la intensidad de cualquier evento. Esto permite determinar la estructura de las nubes y su potencial para producir lluvias

extremas. No obstante, se sabe que algunas de las deficiencias de la metodología del radar son causadas por suposiciones no completamente fundamentadas. Tal es el caso de asumir que todas las gotas de lluvia caen a su respectiva velocidad terminal, o a velocidades muy cercanas a la misma.

En el presente trabajo se muestran mediciones de velocidades de gotas de lluvia en las que se observan desviaciones importantes de la velocidad de caída de gotas con respecto a su velocidad terminal. También se muestra que la cantidad de gotas que caen con velocidades diferentes aumenta con la intensidad de precipitación. Las implicaciones de dichas observaciones pueden ser considerables no solo para las estimaciones de intensidad de precipitación con radares Doppler, sino además en los algoritmos para la clasificación de hidrometeoros.

CCA-21

### EL MITO LOS CAÑONES ANTIGRANIZO

García García Fernando

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

ffgg@atmosfera.unam.mx

La costumbre de disparar cargas de cañón a las nubes para ahuyentar las tormentas de granizo data del siglo XVI. Es sin embargo hasta finales del siglo XIX cuando su utilización se hace extensiva en Europa, gracias a una floreciente industria para su fabricación que se basó en "hipótesis científicas" de funcionamiento no probadas. A principios del siglo XX, la utilización de dicha tecnología cayó en desuso al obtenerse resultados no concluyentes y aún contradictorios de su efectividad, pero renació nuevamente después de la Segunda Guerra Mundial y prevalece hasta nuestros días en todo el mundo.

La efectividad de los cañones antigranizo a base de pólvora, dinamita o acetileno, entre otras sustancias explosivas, se basa en hipótesis de trabajo que van desde la idea de que las ondas sónicas y de choque producidas por dichos instrumentos destruyen las partículas de granizo en la nube, hasta hipótesis que argumentan la modificación de la dinámica de la nube, pasando por ideas de siembra de núcleos de condensación de nube e ionización de la atmósfera.

En el presente trabajo se discuten las diferentes hipótesis de funcionamiento de los cañones antigranizo que se han presentado a lo largo de la historia, y se concluye que todas ellas son fácilmente refutables. Algunas de estas pruebas se conocen desde antes de la Primera Guerra Mundial y, sin embargo, han caído en el olvido o han sido utilizadas de forma falaz para justificar y promover la venta y comercialización de dichos instrumentos.

CCA-22

### ESTUDIO NUMÉRICO DE UNA TORMENTA DE ARENA INDUCIDA POR VIENTOS EXTREMOS EN UNA REGIÓN AGRÍCOLA DEL ALTIPLANO MEXICANO

Pineda Martínez Luis F.<sup>1</sup>, Carbajal Noel<sup>1</sup>, Noyola Medrano Cristina<sup>1</sup>, Campos Ramos Arturo<sup>2</sup> y Aragón Piña Antonio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica*

<sup>2</sup>*Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

lpineda@ipicyt.edu.mx

En este trabajo investigamos la incidencia de una tormenta de arena en las zonas áridas del altiplano mexicano. Este evento de erosión recurrente ocasiona pérdida de suelo por los fuertes vientos asociados al paso de frentes fríos. El cambio de cobertura vegetal ha convertido estas regiones, ahora agrícolas, en fuentes de arena extraordinarias. Por medio de imágenes de satélite, datos de monitoreo y modelación numérica investigamos el impacto regional de una tormenta de arena inducida por vientos fuertes durante el paso de un frente frío el 18 de Marzo del 2008. Se muestra como una banda de altas concentraciones de material particulado se propaga en la atmósfera a través de una topografía compleja en el altiplano, en la Sierra Madre Oriental y en la región del Golfo de México, afectando a la ciudad de Monterrey, Nuevo León. En esta simulación numérica estimamos que la cantidad de suelo perdido fue del orden de 30481.9 ton en la fracción menor a 10 micras.

CCA-23

### APLICACIÓN DE LAS FUNCIONES DE INFLUENCIA Y LA PROGRAMACIÓN LINEAL EN EL CONTROL A CORTO PLAZO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Parra Guevara David y Skiba Yuri N.

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

pdavid@atmosfera.unam.mx

La contaminación del aire existe en todas las escalas desde lo extremadamente local hasta lo global. En cada escala los eventos de contaminación tienen diferentes características determinadas por la forma y la ubicación de las fuentes contaminantes, la reactividad de las sustancias emitidas y las condiciones de dispersión atmosférica (viento, turbulencia, etc.). Un elemento común en todos estos eventos es que la mezcla de los contaminantes primarios y secundarios ocasiona una amplia gama de efectos adversos en las personas y en los ecosistemas, los cuales van desde la irritación de las vías respiratorias y reacciones asmáticas en los seres humanos, hasta el deterioro de los bosques, la acidificación de los cuerpos de agua y el cambio climático global.

Desafortunadamente, este tipo de fenómeno subsistirá en el mediano plazo debido a que el consumo de los combustibles fósiles (principal fuente de la contaminación atmosférica) no tendrá un cambio sustancial en las próximas décadas (BP statistical review of world energy-2007). Por tal motivo, es necesario crear programas complementarios de control de emisiones a corto (CECP) y largo plazo (CELP).

En el CELP se planifica la reducción de las emisiones con base en un periodo anual y con el fin de acotar el número de días al año en que se violan algunas normas de la calidad del aire [1]. Por otra parte, en el CECP se establecen criterios



cuantitativos y cualitativos para reducir las emisiones durante los episodios de mala dispersión atmosférica (inversiones térmicas) que favorecen la acumulación excesiva de los contaminantes durante algunas horas. Este tipo de programa se diseña para mantener la concentración promedio de cada contaminante por debajo de la norma ambiental respectiva hasta que existan mejores condiciones de dispersión [2].

En este trabajo se presenta un modelo de programación lineal (MPL) que define factores de amortiguamiento sobre las emisiones contaminantes en el contexto del CECP. La función objetivo por minimizar representa el costo de la aplicación del control. Para determinar las restricciones del problema de optimización se considera un modelo de dispersión para sustancias pasivas tridimensional bien formulado y el correspondiente modelo adjunto. Las funciones de influencia (soluciones adjuntas) permiten establecer las restricciones ecológicas en forma integral a través del principio de dualidad para la concentración promedio de cada contaminante [3]. Se muestran algunas características del MPL (el cual se resuelve a través del método simplex) y ejemplos sintéticos de su aplicación. Finalmente, se describe una forma de aplicar esta técnica de control interpretando los coeficientes de la matriz de restricciones como coeficientes de transferencia, lo cual permite usar modelos de dispersión más generales.

#### Referencias

[1] Greenberg, H. J., Mathematical programming models for environmental quality control. *Operations Research*, 43 (4), 578-622, 1995.

[2] Parra-Guevara, D. and Y.N. Skiba, On optimal solution of an inverse air pollution problem: Theory and numerical approach. *Mathematical and Computer Modelling*, Elsevier, 43, 7-8, 766-778, 2006.

[3] Skiba, Y.N. and D. Parra-Guevara, Pollution level assessment and control of emission rates. In: *Progress in Air Pollution Research*. Nova Science Publishers, Inc., N.Y., USA, 219-260, 2007.

CCA-24

### MODELACIÓN DE ALTA RESOLUCIÓN DE LA METEOROLOGÍA URBANA EN UNA ZONA DEL VALLE DE MÉXICO

Vázquez Morales Williams<sup>1</sup>, Jazcilevich Diamant Aron<sup>1</sup>, Caetano Ernesto<sup>1</sup>, García Reynoso Agustín<sup>1</sup> y Bornstein Robert<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

<sup>2</sup>Universidad Estatal de San José, CA

williams@atmosfera.unam.mx

Los modelos numéricos son una herramienta empleada en el estudio de la calidad del aire y meteorología, sin embargo en nuestra experiencia y de otros investigadores, se han encontrado que existen desviaciones consistentes entre los resultados de velocidad de los vientos modelados y los medidos. Esto genera un gran problema en los resultados de dispersión de contaminantes, debido a que se genera entre otros problemas, mayor dilución.

Investigadores de la climatología de ambientes urbanos, atribuyen este problema a la falta de un término de arrastre en la ecuación de momento, y términos como el balance energético antropogénico y humedad entre otros. Entonces, la presencia de edificios, árboles, calles y al uso de suelo urbano tiene que ser cuidadosamente parametrizados para incluir éstos efectos.

En el 2002 Dupont et al., desarrolló el modelo DA-SM2-U (Drag Approach Soil Model 2 Urban) comúnmente llamado uMM5. La cual es una extensión de la versión estándar del modelo MM5, pero que incluye la morfología urbana de la región para representar los efectos provocados por la urbanización en los flujos atmosféricos. Los nuevos parámetros son incluidos en las diferentes ecuaciones del modelo como es la ecuación de momento, energía cinética turbulenta (TKE), de humedad, balance térmico, y balance de energía radiativo. Parámetros como el albedo, emisividad, capacidades caloríficas son incluidos.

uMM5 ha sido implementado con gran éxito en ciudades como Philadelphia y Houston para estudios de la isla de calor urbano, auxiliándose sistemas de percepción remota como Lidar para generar la morfología urbana de la zona.

La morfología urbana debe ser parametrizada por altura promedio de las construcciones, densidad de área construida, con cubierta vegetal, techos de las construcciones, dosel de vegetación, fachadas, proporción entre ancho y alto de las construcciones y de la vegetación, etc.

Teniendo como antecedente lo anterior y con la finalidad de estudiar la capa límite urbana, se implementó uMM5 en una zona de la Ciudad de México. Debido a la complejidad en la obtención de los datos de entrada necesarios para el modelo uMM5, por ahora, se seleccionó un área de modelación relativamente pequeña en el campus de Ciudad Universitaria (de 3.5 x 3.5 km). Se empleó una resolución de 0.5 km y se comparó el desempeño de los modelos uMM5 y MM5 con datos observados en dos ambientes del dominio de modelación: un área urbanizada y un jardín urbano. Estos datos fueron obtenidos mediante una campaña de mediciones donde se emplearon globos cautivos, estaciones meteorológicas.

Las alturas de los edificios fueron medidos directamente, mientras que los otros parámetros de morfología urbana fueron adoptados de un estudio en una zona similar.

Los resultados mostraron que el modelo MM5 sobrepredice las intensidades de viento, mientras que uMM5 capta con fidelidad esta variable. En general, se constató que el modelo uMM5 representa en forma adecuada los efectos meteorológicos a microescala.

En conjunto con el Instituto de Geografía, empleando imágenes satelitales, software como GIS, etc., se está obteniendo la morfología urbana de la zona de estudio, con la cual se realizara las nuevas modelaciones.

CCA-25

### NIVELES CRÍTICOS DE OZONO Y OXÍGENO IMPAR EN LA CORONA DE CIUDADES DEL CENTRO DE MÉXICO Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES ENTRE SUS CUENCAS ATMOSFÉRICAS

Ruiz Suárez Luis<sup>1</sup>, Martínez Ana Patricia<sup>2</sup>, Torres Jardón Ricardo<sup>1</sup>, Torres Jaramillo Jorge Alejandro<sup>1</sup>, Morales Bertha Eugenia<sup>1</sup> y García Reynoso Agustín<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

<sup>2</sup>Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental, Instituto Nacional de Ecología

ruixs@unam.mx

Se utilizan diferentes métodos de interpolar datos de concentraciones de ozono y oxígeno impar (O<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub>) en

superficie, así como valores pico y excedencias acumulativas del valor de umbral AOT40 para construir mapas de niveles críticos para el centro de México. La mayor parte de los datos se colectaron de las redes de monitoreo de calidad del aire de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, Puebla y Toluca durante un periodo coincidente con la campaña MILAGRO donde otras 12 estaciones móviles de monitoreo fueron desplegadas en sitios límite entre lo urbano y rural. La colección de datos fue complementada con datos obtenidos en los estados de México y Morelos durante campañas cortas durante 2005, 2006 y 2007 en aproximadamente durante el mismo mes del año que MILAGRO. Los mapas se comparan con mapas resultado de la modelación numérica de la calidad del aire en la región. Se presentan también datos de campañas cortas en sitios rurales usando la unidad móvil del grupo de Fisicoquímica Atmosférica del CCA.

CCA-26

### **CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, ÓPTICA Y QUÍMICA DE PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS MUESTREADAS EN EL SITIO T1 DE LA CAMPAÑA MILAGRO**

Carabali Sandoval Giovanni<sup>1</sup>, Castro Romero Telma<sup>1</sup>, Mamani Paco Rubén<sup>1</sup>, Trujillo Balter<sup>2</sup> y Herrera Eduardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.

gealcasa@gmail.com

La mayoría de partículas atmosféricas finas con diámetros menores de 2.5  $\mu\text{m}$ , se generan en los procesos de combustión y son liberadas a la atmósfera como agregados en forma de cadenas, cuyo elemento principal es el carbono. Estas partículas pueden permanecer suspendidas en el aire durante días o semanas y pueden llegar a ser transportadas cientos de kilómetros. Durante este tiempo, la partícula interacciona con otras, sufriendo cambios en sus propiedades físicas y químicas. Las nuevas partículas formadas se denominan secundarias o envejecidas y se caracterizan por presentar cambios en composición, tamaño, morfología y propiedades ópticas.

En este trabajo se realizó la caracterización morfológica, óptica y química (elemental) de partículas atmosféricas, muestreadas en el sitio T1 (Tecámac, Estado de México) de la campaña MILAGRO. El objetivo de este estudio, fue determinar si el sitio de muestreo es afectado por partículas transportadas en la pluma de contaminantes desde la Ciudad de México. Para lograr esto, se muestrearon partículas con diámetros de 0.18  $\mu\text{m}$ , 0.32  $\mu\text{m}$ , 0.56  $\mu\text{m}$ , 1.0  $\mu\text{m}$  y 1.8  $\mu\text{m}$ . Se analizó su composición química y morfología, usando un microscopio electrónico de transmisión (TEM, por sus siglas en inglés). Las propiedades ópticas de las partículas fueron medidas in situ usando equipos que reportan la información en tiempo real.

Los resultados indican que la atmósfera del sitio T1 fue afectada por partículas transportadas en la pluma procedente de la Ciudad de México. Esto se hace evidente cuando se considera la concentración y las propiedades ópticas de las partículas en los días afectados por la pluma de contaminantes. Por otro lado, mediante el análisis morfológico, se pudo estudiar el proceso de envejecimiento de partícula durante un día, encontrándose la presencia de este tipo de partículas en el sitio T1, que provienen de afuera o se originaron localmente.

CCA-27

### **VALORACION DEL INDICE DE LAVADO DEL SO<sub>2</sub> Y NO<sub>2</sub> EN EL VALLE DE ATEMAJAC [VAT] EN SU CORRELACIÓN COMO DEPOSICIÓN HÚMEDA EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS COMO SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> Y NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, EN UNA DÉCADA DE OBSERVACIONES**

Fuentes García Miguel, Álvarez Pozos Sandra, Gómez Salazar Sergio y Rentería Urquiza Maitee

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara

q.miguel.fuentes@gmail.com

La temporada de lluvias para el valle de Atemajac [VAT] ocurre en los meses de Junio-Octubre, en donde a finales de los setentas la lluvia a manifestado su carácter ácido, presencia casi atribuida por el crecimiento de la zona metropolitana de Guadalajara ZMG, así como por las emisiones, dispersión y transporte de contaminantes. En este trabajo se evalúa la acidez (pH) de las precipitaciones en el periodo 1994-2005 durante la temporada de lluvias, en el que se determinan sulfatos y nitratos utilizando (APHA-AWWA-WPCF, 1992) en 17 puntos de muestreo, relacionando su interdependencia con sus contaminantes primarios SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> monitoreados por la red SEMADES de contaminantes atmosféricos. Aplicando la técnica de análisis multivariado, así como la aplicación del coeficiente empírico de lavado (Figueroa, 2001). Los resultados muestran un barrido de distribución de valores en toda la extensión del valle entre los puntos de monitoreo. En la aplicación del coeficiente empírico para estos dos factores se tiene que de las 3,350 toneladas del SO<sub>2</sub> y 35,000 toneladas de NO<sub>2</sub> emitidos a la atmósfera por época, son lavados 306 de [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] y 1470 toneladas de [NO<sub>3</sub><sup>-</sup>] con una eficiencia de lavado y transformación de 9.1% y 4.2% respectivamente. La técnica aplicada permite valorar puntos críticos y inferir situaciones estadísticas sobre el VAT, pero solo son un indicio de la problemática y una parte de la forma integral de estudiar la contaminación atmosférica.

CCA-28

### **EMISIONES Y CAPTURAS DE CARBONO (CO<sub>2</sub> Y CH<sub>4</sub>) EN DOS ECOSISTEMAS COSTEROS DEL PACIFICO TROPICAL GUERRERO, MÉXICO**

Mendoza Mojica Manuel

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

mmanuel@atmosfera.unam.mx

Se presenta trabajo sobre las emisiones y capturas de carbono en ecosistemas costeros. Se realizaron mediciones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> en dos lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Una con influencia urbana (laguna de Tres Palos) y otra sin influencia urbana aparente (laguna de Chautengo).

La Laguna de Tres Palos está situada en la región de la Costa Chica del estado de Guerrero, a 25 Km al Este del Puerto de Acapulco. Se localiza entre los 99° 38" y 99° 47" de Longitud Oeste, y los 16° 43" y 16° 48" de Latitud Norte.

La laguna de Chautengo está situada en la región de la Costa Chica entre los municipios de Copala y Florencio Villareal a 100 km de Acapulco y se localiza a los 16° 37'56" y 16° 36'47" de latitud norte y los 99° 05' 54" de longitud Oeste.

Las mediciones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> se hicieron en aire de superficie, agua de superficie y agua de fondo de ambas lagunas.

Los análisis se realizaron en un cromatógrafo de gases series 6890 de Agilent acoplado a un metanizador, con detector FID, columna empacada Porapak-Q y se utilizó nitrógeno (N<sub>2</sub>) como gas acarreador. Para la curva de calibración se usaron dos estándares de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> certificados.

Los resultados obtenidos en Chautengo fueron: 0.67 ppm de CH<sub>4</sub> en gas de superficie, 14.93 ppm en agua de superficie y 15.05 ppm en agua de fondo; 24.20 ppm de CO<sub>2</sub> en gas de superficie, 665.71 ppm en agua de superficie, y 1083.37 ppm en agua de fondo. Para Tres Palos encontramos concentraciones de 114.18 ppm de CH<sub>4</sub> en gas de superficie, 47.04 ppm en agua de superficie y 48.92 ppm en agua de fondo; -78.99 ppm de CO<sub>2</sub> en gas de superficie, 3078.38 ppm en agua de superficie y 2851.8 ppm en agua de fondo.

Esto indica un comportamiento de flujo de metano hacia la atmósfera en Tres Palos y un equilibrio de la emisión y captura en Chautengo.

Por otra parte, Tres Palos funciona principalmente como un sumidero de dióxido de carbono, mientras que Chautengo tiene un flujo moderado hacia la atmósfera.

De acuerdo con estos resultados la laguna de Tres Palos podría considerarse como un ecosistema que favorece el proceso de mitigación del cambio climático en esta región costera del Pacífico tropical.

CCA-29 CARTEL

### CAMBIO CLIMÁTICO Y ACTIVIDAD SOLAR EN EL HOLOCENO

Ocampo Ríos Brenda Grisset<sup>1</sup> y Velasco Herrera Víctor Manuel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México

<sup>2</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

brendit@gmail.com

El tema del cambio climático ha sido de gran interés en las últimas décadas debido a las implicaciones biológicas. Se pueden estudiar las variaciones climáticas del pasado por medio de indicadores indirectos de temperatura (proxies) que nos ayuden a comprender el comportamiento actual de tales cambios. Hoy en día, es debatido el efecto del Sol sobre el clima terrestre, ya que el grado de comprensión de éste es muy bajo.

Para analizar los efectos que tiene el Sol sobre la Tierra, en este trabajo se muestra el análisis espectral de las series temporales de los isótopos de oxígeno, los cuales son indicadores de paleotemperaturas, durante el Holoceno, período que comprende los últimos 10,000 años y que se caracteriza por tener cambios climáticos abruptos con una considerable complejidad. Este estudio se hace con ayuda de la Transformada Wavelet; la cual es una herramienta muy útil ya que proporciona información en el dominio del tiempo y la frecuencia; de manera que se encuentran periodicidades que se pueden correlacionar con indicadores de la actividad solar, como es el caso de las manchas solares.

Los resultados presentados en este trabajo muestran diversas periodicidades que coinciden con picos de actividad solar, lo que podría sugerir al Sol como posible modulador de la temperatura terrestre.

CCA-30 CARTEL

### TENDENCIAS DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL TERRESTRE CON LA ACTIVIDAD SOLAR

Hernández López Liz Edith y Velasco Herrera Víctor Manuel

Instituto de Geofísica, UNAM

lizbasket@gmail.com

En los últimos años la discusión del papel del Sol en el Cambio Climático es un tema de gran polémica. De acuerdo a los reportes del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas, el grado de comprensión científica del papel del Sol es muy bajo, de hecho solo se le considera como uno de los factores de calentamiento y no se le considera como factor de enfriamiento. La dinámica del campo magnético solar es fundamental para comprender el comportamiento de gran parte de nuestro sistema solar, incluyendo muchos de los fenómenos en la Tierra y su entorno cercano. Es por eso que es necesario comprender las relaciones Sol-Tierra, para comprender los fenómenos actuales y proyectar diferentes escenarios en los próximos años. En este trabajo se analizó espectralmente las series de tiempo de las temperaturas superficiales y número de manchas solares (como indicador directo de la actividad solar) con la Transformada Wavelet, que es una de las herramientas matemáticas desarrolladas a finales del siglo XX y que se utiliza para estudiar la evolución de las periodicidades en el tiempo. El objetivo de este trabajo es correlacionar las diferentes periodicidades que presenta la actividad solar con las temperaturas superficiales terrestres de ambos hemisferios a partir de los datos instrumentales de temperatura que abarcan desde 1856. Los resultados presentados en este trabajo muestran que la actividad magnética solar es posiblemente uno de los moduladores de la temperatura terrestre.

CCA-31 CARTEL

### ANÁLISIS DE ALBEDO A PARTIR DE DATOS MODIS

Bonifaz Alfonso Roberto<sup>1</sup>, Valdés Barrón Mauro<sup>1</sup> y Hernández Jose Luis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>2</sup>Facultad de Filosofía y Letras

bonifaz@servidor.unam.mx

El conocimiento del albedo es un parámetro fundamental para caracterizar las

propiedades ópticas de la superficie de la Tierra; ésta caracterización se vuelve crítica, cuando la aplicación a desarrollar depende directamente de la reflectancia de la superficie, tal es el caso de la medición de la radiación solar en su espectro visible, pues si no se conoce el comportamiento óptico, se podría estar sobrevalorando o subvalorando la irradiación solar en superficie. El sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) provee periódicamente datos de albedo a nivel global, calculados para cielo claro "white sky" y cielo oscuro "black sky" en 10 longitudes de onda con una resolución espacial de 1Km cada 16 días. Se describe el procedimiento de obtención y

procesamiento preliminar de los datos, para conocer el comportamiento espacial y

temporal del albedo en la república mexicana, con el objeto de zonificar en base al comportamiento diferencial óptico de su superficie.

CCA-32 CARTEL

### CARACTERIZACIÓN DEL AEROSOL ATMOSFÉRICO POR MEDIO DE DATOS MODIS

Bonifaz Alfonso Roberto y Valdés Barrón Mauro

*Instituto de Geofísica, UNAM*

bonifaz@servidor.unam.mx

Los aerosoles atmosféricos, afectan el balance de radiación de la Tierra a través de sus efectos directos e indirectos por lo que la caracterización de los mismos es muy importante por su contribución a los estudios de cambio climático. La magnitud de la fuerza radiativa de los aerosoles es una de las mas grandes incertidumbres en el entendimiento del clima y en las habilidades para estimar cambios futuros. Sin un conocimiento detallado de la variabilidad espacial y temporal de los aerosoles, los errores en los modelos de predicción del cambio climático se mantienen inaceptablemente altos. Las plataformas orbitales Terra y Aqua llevan a bordo el instrumento MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) que cubre diariamente la superficie terrestre adquiriendo datos de irradiancia en 36 bandas espectrales en un rango entre las longitudes de onda 0.405 – 14.385  $\mu\text{m}$  (Xu, et al. 2005). Generan entre otros productos finales datos de aerosoles atmosféricos a una resolución espacial de 10 km (datos nivel 2) que incluyen: grosor óptico del aerosol (AOT o  $\tau_{a\lambda}$ ) a 0.47, 0.55 y 0.66  $\mu\text{m}$  de longitudes de onda sobre tierra y a 0.47, 0.55, 0.66, 0.87, 1.2, 1.6 y 2.1  $\mu\text{m}$  sobre el océano, exponente Ångström ( $\alpha$ ) sobre tierra y océanos, el radio efectivo ( $R_{\text{eff}}$ ) y la fracción contribuida por el modo pequeño sobre el océano (Remer et al, 2002). Se presentan resultados preliminares de éstos productos para la república mexicana y la correlación con mediciones obtenidas con dos fotómetros CIMEL y un MICROTOPS II en las ciudades de México D.F. y Hermosillo Son.

CCA-33 CARTEL

### APLICACIÓN DE ESPECTROSCOPIA FTIR DE ABSORCIÓN SOLAR Y LUNAR PARA LA DETERMINACIÓN EN COLUMNA DE CO EN LA CAPA DE MEZCLA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Ortega Martínez Ivan, Stremme Wolfgang y Grutter Michel

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

rottenound@gmail.com

El problema de la contaminación ambiental en la ciudad de México ha sido reconocido desde 1960 y se monitorea en superficie rutinariamente desde 1970 con la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA). Entre los principales gases detectables se encuentra el CO, el cual es una molécula que juega un papel importante en la química y composición de la atmósfera.

Mediciones de espectroscopia de absorción muestran la tendencia de la columna de CO en la capa de mezcla durante el periodo de octubre del 2007 y febrero del 2008 con un espectrómetro por transformada de Fourier con una resolución de 0.5  $\text{cm}^{-1}$ , utilizando la luz del sol y la luna para el día y la noche respectivamente.

Las mediciones fueron hechas en el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM (2260 msnm, 19.33 N, 99.18 O). La recuperación de la columna de CO de fondo (background) fueron hechas en Altzomoni (4000 msnm, 19.12 N, 98.65 O) en una atmósfera limpia y a gran altitud. Los espectros obtenidos son analizados con el código de recuperación SFIT2.

La serie en tiempo obtenido en la columna de CO junto con las mediciones en superficie obtenidas por RAMA permiten el cálculo de la altura de la capa de mezcla. La columna total de CO sobre la ciudad varía significativamente de un día a otro. Estas variaciones junto con las mediciones en superficie de CO y la velocidad y dirección del viento se estima la emisión de CO en la ciudad.

Series en tiempo de columna total de CO derivados de mediciones con espectroscopia han sido reportados para diferentes países, pero en México es la primera vez y esta nueva técnica permite estimar la contribución de la ciudad a la contaminación global así como validación de satélites.

CCA-34 CARTEL

### ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER MODELING

Shnaydman Volf<sup>1</sup> y Tereshchenko Iryna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Environmental Science,  
State New Jersey University, USA*

<sup>2</sup>*Departamento de Física, Universidad de Guadalajara*

volf@envsci.rutgers.edu

Atmospheric boundary layer (ABL) simulation is based on the solution of hydrodynamic equation system which includes the equations of motion, heat and moisture inputs in adiabatic approximation. These equations include the turbulence terms and need the turbulence closure. The turbulence closure uses the two-equation closure with the equations of turbulent kinetic energy (TKE), dissipation rate (epsilon) and Kolmogorov-Prandtl (KP) relationship for vertical turbulence coefficient (k)

The closed system are written in the framework of K-theory turbulence for the non-stationary, stratified, incompressible, baroclinic ABL in hydrostatic and adiabatic approximations.

To a first approximation the inertial acceleration terms (the terms on the left in (1-7) could be neglected compared to the Coriolis force and pressure gradient force terms. Outside the boundary layer the resulting approximation is simply geostrophic balance. In the boundary layer the inertial terms are still small compared to the Coriolis force and pressure gradient force terms, but the turbulent terms must be included. Thus, to a first approximation the ABL equations express a three-way balance among the unknown Coriolis force, vertical turbulent momentum flux divergence the pressure gradient force given. This three-way balance is the base of one-dimensional model which describes the most important mechanisms of ABL vertical structure.

We simplify the ABL simulation with the introduction the components of shear stress vector. in the motion equations and the turbulence closure scheme.

We use the non-dimensional variables in the form to construct the convenient numerical algorithm for calculation turbulent momentum flux, components of the wind vector and turbulence parameters.

This algorithm allows to obtain the relationship between internal and external universal turbulence characteristics.

We consider the numerical solution of main equations. We approximate these equations by finite difference discretization and solve numerically.

We focus the attention to write the mentioned equations in such linear and finite difference form which keeps the conditions of numerical stability of algebraic equation solution.

The additional constraints appeared for the numerical solution of TKE and epsilon equations. The linear and finite-difference forms of these equations were constructed in such a way that the criteria of stability and positive numerical solution were fulfilled.

The input information of ABL simulation program contains the following data in the calculation points: Heights of the isobaric surfaces 1000, 925, 850 and 750 gPa above the sea level (geopotential); Temperature, the zonal and meridian wind components on these surfaces; Geopotential derivatives in zonal (x) and meridian (y) directions; Coriolis parameter; Height of topography.

The output information contains: Turbulence parameters; Potential temperatures; Zonal and meridian wind components.

So the developed model and formulated numerical algorithm reconstruct the vertical structure of ABL by using the results of the meteorological field objective analysis.

CCA-35 CARTEL

### **APLICACIÓN DEL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN (SPI) EN LA DETECCIÓN DE SEQUÍAS HISTÓRICAS EN MÉXICO (1920-2000)**

Galván Ortiz Luis Manuel

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

cohuat09@yahoo.com.mx

Los registros recientes (1995-2003) reflejan que los mayores daños en la agricultura ocasionados por desastres naturales son de origen hidrometeorológico, principalmente asociados con sequías (AGROASEMEX, 2006)

La ausencia de precipitaciones pluviales en el territorio nacional ha producido a lo largo de los años diversos perjuicios, sobre todo en las zonas agrícolas, donde es frecuente la pérdida de cosechas y hatos ganaderos, lo que repercute en el deterioro económico de la población afectada y, en casos extremos, induce a la pauperización de la población (Bitrán, 2001).

La presente investigación documenta los periodos de sequía que han afectado al territorio nacional durante el período 1920-2000, utilizando el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI). El SPI representa el número de desviaciones estándar que cada registro de precipitación se desvía del promedio histórico. Se toma en cuenta los parámetros más importantes para la identificación de sequías: distribución, duración e intensidad.

Se puede obtener el SPI para diferentes escalas de tiempo, las más utilizadas son de 3, 6, 12 y 24-meses. La escala temporal de 24 meses expone de buena manera los periodos tanto húmedos como secos de larga duración y de mayor intensidad, motivo por el cual el análisis de este trabajo se basó en la interpretación de gráficas SPI 24-meses.

Se identificaron los periodos de sequía con una duración multianual y multidecadal, dejando de lado las que presentan duración menor de dos años.

La base de datos que se utilizó, corresponde a la misma que maneja el North American Drought Monitor (NADM) para el monitoreo de la sequía en México, Estados Unidos y Canadá. Ésta se compone de 132 estaciones climáticas distribuidas en todo el territorio nacional.

Durante el periodo de estudio se identificaron nueve sequías importantes por su distribución, duración e intensidad, de las cuales cinco se presentaron en la mayor parte del territorio mexicano (de 65 a 93%), alcanzando la intensidad extrema y severa dentro de las escalas propuestas por el NADM 2002.

CCA-36 CARTEL

### **MONITORING OF THE DESERTIFICATION OF THE DROUGHTY GROUNDS CAUSED BY CLIMATE**

Zolotokrylin Alexander<sup>1</sup> y Tereshchenko Iryna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Climatology Laboratory, Institute of Geography  
Russian Academy of Sciences, Russia*

<sup>2</sup>*Centro Universitario de Ciencias Exactas  
e Ingenierías, Universidad de Guadalajara*

zgoldfinch@mtu-net.ru

Experimental and modelling reasons for the benefit of a hypothesis revealing the mechanism of distribution of climatic desertification are displayed. According to one hypothesis, climatic desertification is the result of interaction of regional degradation processes of the droughty grounds in a climatic system with feedback albedo-deposits. Climatic desertification is supported by a positive feedback when radiating regulation of temperature of the droughty grounds dominates over negative correlation between albedo and temperature of a surface. Changes in quantity and frequency of deposits act as an external regulator of this positive feedback. It is shown that desertification is defined not only by the decrease in quantity of precipitation, but also by a reduction of their frequency. During the last decades the anthropogenous degradation of the droughty grounds, as additional regulator of a positive feedback, has increased. In the case of dominating evapotranspiration regulations for temperature of the droughty grounds with positive correlation between albedo and temperature of a surface, with distribution of positive feedback albedo-deposits, it has been inferred negative. Switching of a positive feedback on negative and back is determined by a condition of the vegetative cover responsible for mechanisms surface temperature regulation. For the threshold value of green vegetative mass and its NDVI AVHRR, the indicator is determined. Below this indicator the negative feedback is switched on positive. Anthropogenous degradation of vegetation accelerates achievement of the threshold value for vegetative mass and, hence, the distribution of climatic desertification: the area dominated by climatic desertification, a territory where in most cases green vegetative mass in a seasonal and interannual course becomes less than the threshold value. Results of monitoring of climatic desertification with the help of NDVI AVHRR, the indicator in different droughty regions for the period of 1982-2007, are analyzed.

CCA-37 CARTEL

### ESTIMACION DEL BALANCE HIDRICO EN LA ZONA CENTRAL MONTAÑOSA DEL ESTADO DE VERACRUZ

Ballinas Oseguera Monica<sup>1 y 2</sup>, Pereyra Diaz Domitilo<sup>3</sup> y Barradas Miranda Víctor L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ecología, UNAM

<sup>2</sup>Centro de Ciencias de la Atmósfera, UV

<sup>3</sup>Facultad de Instrumentación Eléctrica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

monik\_v13@hotmail.com

La escasez del agua en el mundo es cada vez más notable, por la sobreexplotación humana y por cambios en el régimen de lluvias debido al cambio climático global. Esta investigación se enfocó en el estudio del balance hídrico (BH) tomando en cuenta solamente la precipitación y la evapotranspiración (ET). La ET se estimó en la región central montañosa mediante el modelo de Penman-Monteith que requiere de variables ambientales y fisiológicas. Estas variables se midieron en dos sitios de la región: La Joya y La Orduña, Ver., para posteriormente estimar BH en función de los diferentes usos del suelo entre los que destacan los bosques mesófilos, de pino-encino y de pinos con algunos cultivos como la caña de azúcar y el pasto para cría de ganado.

Los resultados muestran que la ET estimada y medida es alta, sin embargo al contrastarla con la precipitación pluvial hubo ganancias netas de 533.8 y 526.5 mm en La Joya y La Orduña, respectivamente, de septiembre de 2006 a agosto de 2007 si bien, en general, al parecer no existen déficits hídricos en las dos localidades estudiadas, en los meses de la época seca la ganancia de agua es muy baja (octubre-mayo), nula o negativa como sucedió en marzo en los dos sitios. Es evidente que marzo y abril fueron los dos meses con la menor oferta de agua siendo esta de -3.1 y 1.74 mm, y 3.8 y 11.16 mm en La Orduña y La Joya, respectivamente. La precipitación anual en La Orduña fue de 1266.4 mm, mientras que en La Joya fue de 1318.9 mm.

Estos resultados nos muestran la necesidad de la implementación de un plan efectivo de manejo del mencionado recurso pues en la época seca la disponibilidad del recurso es muy baja. Probablemente una forma de evadir esta escasez es la construcción de embalses, en sitios estratégicos de la región, donde se almacene una gran cantidad de agua y que sea disponible durante la época seca. Por otro lado, este tipo de estudios también permiten planear y establecer sistemas forestales más eficientes en el uso del agua.

Esta investigación se realizó con apoyo al proyecto con clave SEMARNAT-2004-C01-332.

CCA-38 CARTEL

### ALGUNOS MECANISMOS DE FORZAMIENTO QUE INDUCEN LA SEQUIA DE MEDIO VERANO EN MEXICO Y CENTROAMERICA

Oda Berta, Mendoza Víctor y Adem Julián

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

oda@atmosfera.unam.mx

De la literatura se han escogido dos trabajos recientes: S. Curtis (2004) y R.J.O. Small, et al. (2007), los cuales exponen diferentes hipótesis acerca de los mecanismos que inducen la

sequía de medio verano (MSD, siglas del inglés), para después exponer otra versión tomada de un artículo que es de los más antiguos en el tema (Mosiño P. y E. García, 1974).

Curtis encuentra que las lluvias de verano en las regiones de Guatemala y El Salvador son las más fuertemente bimodales que las de cualquier otra región; en estas dos regiones las precipitaciones nocturnas comparadas al medio verano son 25% más intensas al principio y final del verano, mientras que las precipitaciones diurnas se mantienen más o menos constante durante toda la estación.

Curtis propone que la MSD en Centroamérica es un fenómeno puramente local dominado por el contraste térmico tierra mar. Esta idea es parcialmente contraria a la de Small et al., quien propone forzamientos de gran escala, como la extensión hacia el Golfo de México de las altas presiones del Atlántico y Pacífico por el decremento de la baja térmica al norte de Estados Unidos durante la MSD.

Nuestro trabajo preliminar de la MSD, sobre la alberca de agua caliente de las Américas, propone un mecanismo local de interacción océano-atmósfera y además un forzamiento de gran escala, en donde los sistemas semipermanentes de alta presión regulan la humedad atmosférica superficial, fundamental para las condiciones de inestabilidad atmosférica en esta región.

CCA-39 CARTEL

### ESTIMACION DE LLUVIA POR MEDIO DE LA OCURRENCIA DE RAYOS EN EL ESTADO DE SONORA

Minjarez Sosa Carlos<sup>1</sup>, Tapia Elia<sup>2</sup>, Cummins Kenneth<sup>3</sup> y Murphy Martin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora

<sup>2</sup>Departamento de Geología, Universidad de Sonora

<sup>3</sup>Atmospheric Sciences Department, University of Arizona, USA

<sup>4</sup>Vaisala Inc.

minjarez@email.arizona.edu

La correlación entre ocurrencia de rayos y precipitación ha sido estudiada por varios autores. Particularmente se ha encontrado que la correlación existe en lluvias de tipo convectivo y bajo ciertas condiciones físicas que aún se investigan. La importancia de esta relación radica en que esta puede ser utilizada como un método alternativo para la estimación de lluvia, especialmente en donde se tiene poca cobertura de pluviómetros y/o donde la estimación de Radar es pobre.

El Estado de Sonora se caracteriza por ser una zona semidesértica en donde más del 70 por ciento de su precipitación ocurre durante la temporada del monzón, el cual se caracteriza por tener lluvias de tipo convectivo que suelen ser intensas y cuantiosas.

Utilizando los datos de las estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y los datos de la Red Nacional de Detección de Relámpagos de Estados Unidos (NLDN, por sus siglas en inglés), se presentará un estudio de la relación de la lluvia y la ocurrencia de rayos para el Estado de Sonora, se encontrarán las zonas en donde la correlación entre las variables sea significativa y se estimará la precipitación por área utilizando los resultados obtenidos.

CCA-40 CARTEL

### VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA DEL AGUA MARINA QUE PROPICIÓ LA TRAYECTORIA DEL HURACÁN "DEAN" SOBRE EL GOLFO DE MÉXICO EN 2007

Gómez Ramírez Mario

Facultad de Economía, Universidad Veracruzana

xalapamar@yahoo.com.mx

Los ciclones tropicales son fenómenos marinos con interacción atmosférica, que se forman en aguas cálidas de por lo menos 27°C. La temperatura superficial del mar es la fuente de alimentación de los fenómenos ciclónicos y cuando se origina alguno, se observan cambios en la distribución espacial de la temperatura en las aguas marinas por donde el sistema desarrolla su trayectoria.

El 1<sup>o</sup> de junio inicia la temporada de ciclones tropicales en el Océano Atlántico, que también cubre las aguas del Mar de Las Antillas y Golfo de México y culmina ya avanzado el otoño. Durante cada temporada la costa oriental de la República Mexicana esta expuesta a los embates de los ciclones tropicales que se forma en dichas cuencas, como aconteció con el huracán "Dean", que además tuvo la característica de un típico Cabo Verde y el primero que impacta en la costa veracruzana en más de 150 años.

El ciclón tropical "Dean" se formó como producto de evolución rápida de una onda tropical que generó la cuarta depresión tropical de la temporada el 13 de agosto de 2007 en el Océano Atlántico Norte, cercano a las Islas Cabo Verde en 12.20° de latitud norte y 28.90° de longitud oeste y una presión central de 1006 milibares. (<http://www.nhc.noaa.gov/2007atlan.shtml>). En su avance al occidente se intensificó a huracán categoría 1 en la escala de Saffir-Simpson en 13.40° de latitud norte y 52.30° de longitud oeste y entró al Mar Caribe el día 17. Continuó su trayectoria e impactó en tierra sobre el litoral oriental de Quintana Roo como huracán categoría 5 en la escala de Saffir-Simpson en 18.50° de latitud norte y 86.80° de longitud oeste y siguió por el sur la Península de Yucatán hasta alcanzar la parte oeste de Campeche. El día 21 el huracán "Dean" con categoría 1 en la escala de Saffir-Simpson alcanzó las aguas del sur del Golfo de México en el sureste de la Sonda de Campeche en 19.40° de latitud norte y 91.30° de longitud oeste que reunían una temperatura superficial del mar (TSM) de 28°C y una anomalía (ATSM) de +2°C. Siguió su recorrido al noroeste sobre la cuenca del Golfo de México con la misma intensidad y el día 22 impactó sobre el suroeste de la barra de Tecolutla en la costa del norte de Veracruz en 20.60° de latitud norte y 96.30° de longitud oeste como huracán categoría 2 en la escala de Saffir-Simpson con vientos máximos sostenidos de 155 km/h y presión central de 979 milibares. A su paso consumió energía que se reflejó en la variación de la distribución puntual de la TSM entre 1°C y 2°C y la ATSM descendió entre -1°C y -2°C y en los días subsiguientes al entrar a tierra, la fluctuación que se tuvo fue más marcada hasta que paulatinamente se restableció.

Los datos se obtuvieron mediante el seguimiento diario y puntual de la trayectoria de "Dean" a través del análisis de imágenes satelitales.

CCA-41 CARTEL

### VARIACIÓN DEL 14C MODERNO PARA MÉXICO: AVANCES EN LA GENERACIÓN DE LA PRIMERA CURVA DE CALIBRACIÓN

González Hernández Galia<sup>1</sup>, Beramendi Orosco Laura E.<sup>2</sup> y Villanueva Díaz José<sup>3</sup><sup>1</sup>Instituto de Geofísica, UNAM<sup>2</sup>Instituto de Geología, UNAM<sup>3</sup>Laboratorio Nacional de Dendrocronología, INIFAP

galia@geofisica.unam.mx

Durante el siglo XX se dieron cambios importantes en la actividad atmosférica de Radiocarbono (14C). Por un lado, hubo una disminución de alrededor de 20 ‰ como consecuencia de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivado de los combustibles fósiles, denominado Efecto Suess. Por otro lado, se registró un aumento de 1000 ‰ en los años 50's y 60's, como resultado de los ensayos nucleares, conocido como 14C post-bomba.

A partir de registros internacionales de 14C generados del monitoreo de 14C atmosférico y del 14C determinado en anillos de árboles se han construido curvas para diferentes regiones del planeta, haciendo notorio que el patrón de variación de 14C moderno cambia según la latitud y la longitud, como consecuencia de que la mayoría de los ensayos nucleares se realizaron en altas latitudes del hemisferio norte (HN) y de los patrones de circulación atmosférica. Dichas curvas dividen al HN en tres zonas, ubicando a México en la zona 2, delimitada por los 40° N y la posición de verano de la zona de convergencia intertropical (ZCIT). Sin embargo el patrón de variación del 14C para esta región no incluye ninguna muestra proveniente de México, no obstante que se tienen importantes centros urbanos e industriales, así como volcanes activos, emitiendo cantidades importantes de CO<sub>2</sub> libre de 14C.

El presente trabajo expone los avances obtenidos en la generación del patrón de variación de 14C moderno para México a partir de la determinación del 14C en anillos de crecimiento de árboles.

A partir de una sección transversal de un ejemplar de Abeto (*Pseudotsuga Menziensis*), proveniente de la Sierra Madre Occidental, se obtuvo una secuencia de anillos datada por dendrocronología para el periodo 1940-2004. El sitio de muestreo, un bosque mixto de coníferas con clima subtropical, está localizado lejos de zonas volcánicas y de emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub>, con el fin de poder evaluar la variación de 14C sin efectos de dilución local.

Los anillos anuales, separados en madera temprana y tardía, fueron sometidos a un proceso de molienda y limpieza química. La determinación de la actividad de 14C se realiza empleando el método de Espectrometría de Centelleo Líquido en el Laboratorio Universitario de Radiocarbono de la UNAM, y el método de Espectrometría de Aceleración de Masas en el Centro Nacional de Aceleradores de España. Los análisis para la determinación de <sup>13</sup>C se realizan en el Laboratorio de Espectrometría de Masas de Isótopos Estables del Instituto de Geología, UNAM.

Los resultados preliminares obtenidos para la secuencia de anillos de crecimiento para el primer ejemplar analizado sugieren que el patrón de variación de 14C moderno para México es más próximo a la zona 3 del HN, comprendida entre la posición de verano de la ZCIT y el Ecuador.

La escala temporal de alta precisión que se obtenga como resultado de este proyecto constituye un valioso aporte para

los estudios relacionados con la generación de cronologías de contaminación, así como con estudios de reconstrucciones climáticas, de manejo sustentable de recursos forestales, de contribución al inventario de emisiones.

CCA-42 CARTEL

### **MODELO PARA ESTIMAR LA PRODUCCIÓN DE METANO GENERADO EN EMBALSES HIDROELÉCTRICOS**

Jarquín Javier Yazmin, Ruiz Suárez Luis y Parra Guevara David

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

yazmin@atmosfera.unam.mx

En las últimas décadas la generación de Gases Efecto Invernadero (GEI), es un fenómeno que ha ido cobrando mayor importancia dentro de la problemática del cambio climático. Investigaciones recientes han demostrado que las presas hidroeléctricas también pueden ser consideradas como fuentes de producción de estos gases, especialmente metano y dióxido de carbono. Esta problemática ha comenzado a ser estudiada en algunos países de Europa y América Latina, a partir de mediciones que han demostrado que estos gases se originan en gran parte, debido al decaimiento de materia orgánica dentro del embalse como consecuencia de la existencia de zonas donde las cantidades de oxígeno disminuyen, y cuyas emisiones generalmente son entre 5 y 20 veces más altas en los embalses ubicados en zonas tropicales, que los de zonas boreales (Internacional River Network, 2002;).

Tomando en cuenta las características de solubilidad de estos gases, y que el metano es un gas mucho más poderoso que el bióxido de carbono (Internacional River Network, 2002;), y dado que en México aún no existen estudios que aborden esta problemática, el objetivo del presente estudio, fue proponer un modelo matemático, que permitiera representar el proceso de producción de metano generado en este tipo de fuentes. Para lograr dicho objetivo, se tomo como fuente de información el Estudio de manifestación de Impacto Ambiental, del Proyecto para la construcción de la Hidroeléctrica "La Parota"; se identificaron los factores que contribuyen al proceso de formación de este gas en cada uno de los estratos térmicos del embalse, se recopilaron datos de nutrientes acumulados, tanto orgánicos como inorgánicos y se obtuvieron características de calidad fisicoquímica y biológica de la cuenca donde se ubicara el embalse.

Toda la información recopilada se almacenó y manipuló en una base de datos georeferenciada, utilizando un Sistema de Información Geográfica ARCGIS 8.3. Finalmente se llevo a cabo el proceso de estructuración del modelo, proceso que se dividió en dos etapas: La primera consistió en establecer las ecuaciones matemáticas que definieron los procesos bioquímicos en diferentes profundidades del embalse, el análisis de la cinética de las reacciones de cada estrato, y su integración con el proceso de difusión, con lo anterior se formo un modelo conceptual que permitió la identificación de entidades y sus atributos. La segunda parte consistió en definir el conjunto de sentencias utilizando técnicas de programación en MATLAB 7.6 para la construcción del modelo computacional, obteniéndose como resultado un modelo unidimensional apto para su ejecución en un ordenador, que describe el comportamiento del metano a través de los diferentes estratos térmicos en la vertical "z", así como la variación que sufre bajo diferentes condiciones estacionales.

Lo anterior permitió obtener un estimado de la producción de metano que puede generarse en un embalse hidroeléctrico y

emitirse a la atmósfera, logrando también una sistematización de información al integrar en el modelo de simulación, los procesos físico-químicos y biológicos involucrados en las emisiones de metano. Sirviendo además, de base para la modelación de los demás gases efecto invernadero.

CCA-43 CARTEL

### **EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE OZONO Y ÁCIDO NÍTRICO A LO LARGO DEL CORREDOR BIOLÓGICO AJUSCO-SIERRA CHICHINAUTZIN**

Cardona Sánchez Ronaldo, Ruiz Suárez Luís y Torres Jardón Ricardo

*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

ronaldo1180@gmail.com

En las últimas tres décadas se han detectado evidencias de deterioro agudo y crónico de varias especies forestales, en algunos puntos de la barrera orográfica del sur de la Cuenca del Valle de México, que se atribuyen a oxidantes fotoquímicos, transportados corriente abajo por vientos dominantes, de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). Sin embargo, poco se sabe sobre las dosis y el alcance geográfico que estos contaminantes tienen. Con el objetivo de documentar las concentraciones de las especies fotoquímicas trasladadas en parcelas de aire que arriban a la zona boscosa del sur de esta ciudad, y evaluar el desempeño de modelos de simulación de calidad del aire en zonas rurales viento abajo de la ZMCM, se ha planteado un programa de monitoreo de la dosis y distribución espacial de ozono (O<sub>3</sub>) y ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), en cinco sitios del corredor Biológico Ajusco-Chichinautzin mediante el uso de sistemas de monitoreo pasivo. Los sitios son: Parque Nacional Desierto de los Leones, Parque Ejidal San Nicolás de Totolapan; Parres, y la Sede CICITEC del IPN, y Parque La gran Palapa ubicados en la reserva forestal de Milpa Alta. Todos los sitios se ubican por arriba de los 800 metros sobre el nivel medio de la ZMCM y sus características locales los ubican como sitios receptores naturales de parcelas de aire. Los monitores pasivos para O<sub>3</sub> consisten en una modificación de muestreadores tipo "Badge" (3M modelo 3500), de 30.5 mm de diámetro y 10.5 mm de largo, cuyo medio de colección es un filtro de celulosa (Whatman Pall Corporation) impregnado con solución acuosa de nitrato de sodio al 1% p/v, carbonato de sodio 2% p/v y glicerol al 10% v/v. Para el HNO<sub>3</sub> se utiliza un muestreador pasivo diseñado por el U.S. Forest, de 47 mm de diámetro y 7,8 mm de largo cuyo medio de colección consiste en un filtro de nylon (Pall Corporation). Ambos sistemas incluyen barreras de difusión para partículas permeables a los gases de interés y cubiertas de polipropileno para minimizar los efectos del flujo turbulento y lluvia sobre la eficiencia de colección. Los monitores son expuestos durante periodos continuos de 15 días, al final del cual son trasladados al laboratorio en donde por cromatografía de intercambio aniónico, se determina la dosis equivalente expresada como ión nitrato para O<sub>3</sub> y HNO<sub>3</sub> en cada sitio. Los resultados para ozono son comparados con datos de monitoreo continuo registrados por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico y mediante un análisis de interpolación objetiva se determina la distribución espacial para este contaminante. En el caso del HNO<sub>3</sub>, dado que no se realiza el monitoreo específico para esta especie, sólo se determina el gradiente de concentraciones a lo largo del corredor biológico. Se presentan los resultados de la primera fase del estudio. Este estudio forma parte del Proyecto PAPITT (IN118706): Relación Ciudad-Bosque en el Centro de México (Trazadores e Indicadores de Reactividad Fotoquímica y Especiación de Emisiones Biogénicas).



CCA-44 CARTEL

## **EFFECTOS PROVOCADOS POR EMISIONES DE SO<sub>2</sub> Y CENIZA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL SOBRE LA CONTAMINACIÓN DE FONDO DE LA CIUDAD DE PUEBLA**

González Guevara José Luis<sup>1 y 2</sup>

<sup>1</sup>*Colegio de Ingeniería Geofísica, BUAP*

<sup>2</sup>*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

joseluis.gonzalez@iberopuebla.edu.mx

El propósito de este trabajo es el de responder de manera cualitativa y cuantitativa a la pregunta...las emisiones del volcán Popocatepetl, ¿afectan las concentraciones de la contaminación de fondo en la zona metropolitana del valle de Puebla (ZMVP)? Para ello se propone un esquema sobre la base del modelo de difusión, el cual es resuelto por el método euleriano, mediante la técnica de diferencias finitas. Se estiman las concentraciones de ceniza, divididas en cuatro clases, y de bióxido de azufre a nivel de superficie. Después, se comparan los resultados de la modelación con los datos proporcionados por la red estatal de monitoreo ambiental (REMA), para el periodo diciembre de 2000 a enero de 2001 y se utiliza una imagen satelital del 29 de enero de 2001 como apoyo para analizar el comportamiento de la trayectoria de la nube. Los resultados establecen que sí hay una relación entre el aumento de algunos contaminantes y los periodos de actividad volcánica

