

Sesión Especial

Las Ciencias de la Tierra en el marco del primer Reporte Mexicano de Cambio Climático

Organizadores:

Benjamín Martínez López

Arturo Quintanar Isaías

David Adams

Rosario Romero Centeno

SE03-1

REPORTE MEXICANO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Gay García Carlos
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
cgaygarcia@gmail.com

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) hace una revisión periódica y sintetiza la información más relevante relacionada con el cambio climático que es generada en nuestro planeta. En México, se publica sobre cambio climático en diferentes revistas y se producen reportes por varias organizaciones que no son de fácil acceso. El gobierno mexicano genera documentos que tampoco son a veces fáciles de conseguir y sería conveniente que, tanto el sector gubernamental como el académico, tuvieran información acerca de ellos. Para el diseño de políticas públicas es importante contar con información actualizada y correcta acerca de todo lo relacionado con el calentamiento global. Además, sería muy adecuado contar con el análisis y la síntesis de la misma, lo cual facilitaría su aplicación en muy diversos usos. Con el objeto de contribuir en esta dirección es que se propone la creación del Reporte Mexicano de Cambio Climático. La conducción del proceso que lleve a la construcción del reporte se inspira lógicamente en la estructura organizativa del IPCC y, a diferencia de éste, que no puede ser prescriptivo, en el caso del reporte mexicano éste podrá ofrecer ideas que apoyen la toma de decisiones por parte del gobierno mexicano y sugerir medidas para incrementar en los casos necesarios los estudios tendientes a fortalecer a nuestro país en este tema de alta prioridad.

SE03-2

CLIMATE AND METEOROLOGY IN MEXICO: A REVIEW AND COMPARATIVE STUDY

Adams David
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
dave.k.adams@gmail.com

Without exaggeration, it is fair to say that Mexico experiences one of the most diverse varieties of climate regimes and meteorological phenomena on planet Earth. Surprisingly, academic/scientific efforts focusing on climate/meteorology are not on a par with this diversity, and much of the interesting phenomena meriting study remains "underdeveloped". Here, we review the principal lines of academic/scientific studies which been well-developed and those which should be, but have not been (e.g., Tropical Cyclones). In order to better assess the state of climate/meteorology in Mexico, a comparison with an appropriate counterpart nation, is in order. Given the size of Mexico in terms of population and economy, an appropriate comparison, for examining the present state of climate/meteorology science, is Brazil. We review the academic and institutional structure of Brazilian climate/meteorology science, including the number of university programs (undergraduate and graduate) in the atmospheric sciences. We also consider some aspects that are unique to Brazil such as, institutionalized international projects (e.g., INPA/LBA), the development of a national climate/meteorological research center (CPTEC) and indigenous numerical modeling platforms such as the BRAMS (Brazilian RAMS). Human capacity building has taken place over the last several decades and has now accelerated with Ciências Sem Fronteiras which facilitates study in foreign institutions. Although the focus of this talk is academic/scientific development in Mexico, we also review the institutional structure/capacity of Mexico, particularly in light of the recent modernization program of the Servicio Meteorológico Nacional.

SE03-3

EVALUACIÓN DE LA SIMULACIÓN DEL CLIMA EN MÉXICO Y SUS PROYECCIONES

Martínez López Benjamín¹, Quintanar Arturo¹, Lizárraga Carlos²,
Montero Martínez Martín José³ y Cabos Narvaez William David⁴
¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
²Universidad de Sonora, UNISON
³Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
⁴Universidad de Alcalá de Henares
benmar@atmosfera.unam.mx

El 16 de octubre del año 2013, el Dr. Carlos Gay García, coordinador del Programa de Investigación en Cambio Climático de la UNAM, anunció en el marco del Tercer Congreso Nacional de Investigación en Cambio Climático la realización del que se ha denominado "Reporte Mexicano de Cambio Climático". En este trabajo se presentan los diversos estudios numéricos realizados para entender los procesos relevantes de gran escala que modulan la variabilidad climática en nuestro territorio. Asimismo, se analizan, desde un contexto histórico, los esfuerzos realizados por el gobierno mexicano para ahondar en las investigaciones relevantes para entender y enfrentar los problemas asociados al calentamiento global. Además, se discuten las proyecciones de los campos de temperatura y precipitación bajo los diversos escenarios empleados en el Quinto Reporte de Evaluación del IPCC, su verificación y sus limitaciones actuales, mostrando algunos ejemplos de mejoras significativas en la modelación de la precipitación. Finalmente, se plantean una serie de recomendaciones para el sector gubernamental mexicano, tendientes a incertar a nuestro país en el conjunto de las naciones que contribuyen con simulaciones

numéricas que deberían ser incluidas en el próximo Sexto Reporte de Evaluación del IPCC.

SE03-4

AVANCES EN EL ESTUDIO DEL PAPEL QUE JUEGAN DISTINTOS FENÓMENOS CLIMÁTICOS EN EL CONTEXTO DE UN CAMBIO CLIMÁTICO REGIONAL FUTURO

Romero-Centeno Rosario¹, Adams David¹, Mendoza Víctor¹ y Cavazos Tereza²
¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
rosario@atmosfera.unam.mx

Con base en publicaciones recientes, se presenta un resumen sobre el conocimiento actual de las bases físicas de un cambio climático regional en México en el contexto de cambios en fenómenos como el monzón de Norteamérica, la Zona de Convergencia Intertropical, el ENSO y los ciclones tropicales. Aún cuando ha habido avances en la modelación numérica de los fenómenos referidos, al implementarse modelos cada vez más complejos y que acoplan la dinámica atmosférica con la oceánica, diversos estudios muestran el pobre desempeño de los modelos para estimar cantidades como la precipitación y/o la temperatura y sus variaciones en distintas escalas de espacio y tiempo en el territorio mexicano. Asimismo, las grandes deficiencias que existen en las bases de datos observados hacen difícil avanzar en la capacidad de atribuir las causas de las variaciones climáticas y el cambio climático en las distintas regiones del país. Sin embargo, se han hecho esfuerzos para disminuir las incertidumbres en las proyecciones a futuro, en particular, de eventos extremos en algunas zonas específicas del país, y se ha avanzado en el entendimiento de sus posibles causas.

SE03-5

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA REGIONAL DE LOS GLACIARES MEXICANOS: UN INDICADOR DE LA GRAN INFLUENCIA DE LOS REGÍMENES CLIMÁTICOS SUBTROPICAL Y DE LATITUDES MEDIAS.

Cortes Ramos Jorge y Delgado Granados Hugo
Instituto de Geofísica, UNAM
jorge@geofisica.unam.mx

Los glaciares mexicanos están ubicados a lo largo de los 19° N algunos grados fuera de la Zona Intertropical de Convergencia (ITCZ por sus siglas en inglés). Zona que delimita de forma meteorológica a las regiones tropicales de aquellas regiones con clima subtropical y templado. Sin embargo, hasta la fecha los glaciares de México no habían sido considerados ni como glaciares tropicales ni como glaciares de latitudes medias. Ya que al estar lejos de estas regiones no se conocía si existía o no similitud entre el régimen de sus glaciares. En este trabajo se muestran los últimos resultados acerca de los regímenes glacial y climático de los glaciares mexicanos, comprobando que las variaciones climáticas de precipitación, temperatura, radiación neta y flujos de energía determinan un régimen climático parecido a ambos: glaciares subtropicales y templados. Sin embargo, el régimen glacial y el balance de masa calculado para estos glaciares refleja un patrón de comportamiento parecido al de los glaciares ubicados en latitudes medias (templados). En conclusión, la influencia de ambos regímenes en México determina el tipo de comportamiento de los glaciares Mexicanos y los factores que aceleran o retardan su eventual extinción.

SE03-6

ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA MÉXICO: PROYECCIONES E INCERTIDUMBRES

Cavazos Tereza¹, Salinas Prieto José Antonio², Martínez Benjamín³, Colorado Gabriela², De Grau Pamela¹, Prieto Ricardo⁴ y Conde Alvarez Ana Cecilia⁵
¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
²IMTA
³Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
⁴CONAGUA
⁵INECC
tcavazos@cicese.mx

Las instituciones de la Red Mexicana de Modelación del Clima (CICESE, IMTA y CCA-UNAM) que coordina el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) llevaron a cabo un análisis regional del periodo histórico y de las proyecciones de 15 modelos de circulación global (MCG) del Proyecto de Inter-comparación de Modelos Acoplados, fase 5 (CMIP5) para el caso de México. Los resultados de los 15 MCG se combinaron en un ensamble ponderado mediante el método REA (Reliability Ensemble Averaging), calculando la incertidumbre de cada modelo. Esto se hizo para el periodo histórico (1961-2000) y para las proyecciones usando los escenarios de forzamiento radiativo bajo (RCP4.5), medio (RCP6.0) y alto (RCP8.5). Se identificaron algunas limitaciones y mejoras de los modelos en la reproducción de procesos físicos que aporten variabilidad al clima regional de México. Por ejemplo, para la región del monzón, durante el periodo histórico (1961-2000), tanto el CMIP3 como el CMIP5 subestiman la temperatura de

otoño e invierno, lo que podría ser la causa del retraso del pico principal de las lluvias monzónicas en la región, el cual ocurre hasta septiembre en los modelos de ambos ensambles. Los modelos no producen la retracción del monzón en otoño, para dar paso a la temporada seca, sino que los modelos se quedan en modo húmedo sobrestimando la precipitación de otoño-invierno. Por lo tanto, es muy probable que los modelos tengan un problema de retroalimentación atmósfera-continente que consiste en que el exceso de lluvia invernal podría ser la causa del enfriamiento continental, el cual a su vez genera un retraso en la llegada del pico de lluvia monzónica hasta finales del verano. Este sesgo frío observado en el CMIP3 no fue mejorado en el CMIP5. El sesgo frío en otoño-invierno se observó en casi todo México en los datos de la temperatura máxima del CMIP5. En el Sureste el REA es capaz de simular adecuadamente el ciclo anual que muestra la canícula, pero subestima fuertemente la precipitación de verano. Todos los modelos analizados subestiman la variabilidad de la precipitación en el sureste de México así como los valores de temperatura máxima y mínima. Los resultados del CMIP3 y el REA del CMIP5 generado en este proyecto sugieren aumentos similares de temperatura para México, entre 1.5 y 5.0°C de mediados a finales de siglo bajo los escenarios de bajas (B1 y RCP4.5) y altas (A2 y RCP8.5) emisiones, respectivamente. Se esperan reducciones de precipitación del orden de 20% para finales de siglo en el Noroeste de México; en el resto del país también se esperan reducciones de precipitación, aunque la incertidumbre es muy alta. Sin embargo, el CMIP5 muestra cambios estacionales y regionales diferentes a los que mostraba el CMIP3.

SE03-7

ESCENARIOS DE CAMBIOS AMBIENTALES PASADOS Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN MÉXICO

Lozano García María del Socorro, Roy Priyadarsi D. y Correa-Metrio Alexander
Instituto de Geología, UNAM
 mslozano@unam.mx

Una perspectiva histórica de la variabilidad climática ofrece información sobre las respuestas del sistema climático ante los cambios y ayuda a identificar las causas y mecanismos de las respuestas ante el cambio climático. Se presenta una síntesis de las investigaciones enfocadas a la reconstrucción de condiciones climáticas de México, destacando la variabilidad climática en cuatro ventanas temporales: el final del Pleistoceno, la deglaciación, el Holoceno y el Antropoceno. Cambios en la temperatura, frecuencia e intensidad de El Niño, la dinámica del monzón mexicano y la precipitación de invierno, son algunos de los factores climáticos que modificaron el paisaje. Se analizan los indicadores paleoclimáticos para las zonas áridas, en particular el desierto Chihuahuense y Sonorense identificando periodos de desertización. Para la zona templada del centro de México se discuten los cambios hidrológicos a través del análisis de secuencias lacustres. Se discuten registros de la zona tropical abarcando desde las zonas bajas del Golfo de México, la península de Yucatán y región Lacandona. Finalmente, se presentan ejemplos del impacto de la actividad antrópica en el paisaje de las regiones antes mencionadas.

SE03-8

CAMBIOS DEL NIVEL DEL MAR DE BAJA FRECUENCIA EN MÉXICO Y SU RELACIÓN CON LOS RESULTADOS DEL ÚLTIMO REPORTE DEL IPCC

Zavala-Hidalgo Jorge¹ y Ochoa José Luis²

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
 jzavala@atmosfera.unam.mx

En México se cuenta con series de observaciones del nivel del mar de relativa corta duración, pero que permiten estudiar las variaciones de baja frecuencia e identificar algunas de sus causas. La variación estacional en el Golfo de México muestra que ocurre un máximo en Septiembre-Octubre. Con relación a las tendencias de incremento en el nivel del mar en las costas mexicanas, se ha observado que son en general ligeramente mayores a las reportadas como promedio para todo el planeta, sugiriendo que otros procesos, como la subsidencia, afectan estas costas. Entre los sitios con series más largas, el que presenta mayor elevación del nivel del mar es Tampico, Tamps., con 9.2 ± 5.2 mm/año, y el que presenta menor elevación es Alvarado, Ver., con 1.8 ± 2.6 mm/año. La serie más larga y con mayor número de observaciones es la de Veracruz, Ver., con una tendencia de 1.9 ± 0.6 mm/año. Para el Pacífico, el máximo estacional varía de sureste a noroeste, ocurriendo en Julio en Salina Cruz, Puerto Ángel y Acapulco, de Julio a Septiembre en Manzanillo, Mazatlán, Topolobampo y Guaymas, y en Septiembre en La Paz y Ensenada. Acapulco es la única serie con tendencia negativa, debido a efectos sísmicos, y en los demás sitios varía entre 1.0 ± 2.2 mm/año para La Paz, hasta 4.2 ± 1.7 mm/año para Guaymas. Se discuten también los resultados más recientes publicados por el IPCC y sus implicaciones para las proyecciones de la elevación del nivel del mar en México.

SE03-9

RELEVANCIA DE LAS OBSERVACIONES ATMOSFÉRICAS Y EN SUPERFICIE PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE TENDENCIAS DEL CLIMA

Quintanar Arturo, Adams David y Martínez López Benjamín
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 arturo.quintanar@gmail.com

En este trabajo se analizan las bases disponibles de precipitación, humedad de suelo, temperatura en superficie y en el tope de las nubes. Las bases utilizadas cubren periodos variables pero lo suficientemente largos para establecer un mínimo de confianza en las tendencias estimadas. Utilizando datos del tope de nubes provenientes de GOES para un periodo de 30 años, se analizan las tendencias de la sequía de medio verano y el Monzón de Norteamérica. Adicionalmente, se estiman las tendencias de humedad en altura en algunas localidades de radiosondeos. Esta información es analizada conjuntamente con los datos GOES para extender la zona de influencia de los radiosondeos y ganar información relevante para la verificación de los modelos climáticos regionales utilizados en el Centro de Ciencias de la Atmósfera para la realización de estimaciones de la evolución, en diversas escalas temporales, del clima.

SE03-10

CLOUDS AND MICROPHYSICS: STUDIES IN MEXICO

Adams David
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 dave.k.adams@gmail.com

In terms of cloud microphysical properties and the production of rainfall, the region which has received the most in-depth studies has been the Monsoon region of northwestern Mexico. The North American Monsoon Experiment (NAME) 2004 demonstrated that both maritime warm cloud (though in smaller proportion) and continental (cold-cloud) convection are found. Accurate assessment of cloud microphysics over the North American Monsoon Region is critical for not only determining the vertical distribution of latent heating that impacts larger dynamics, but also for satellite-derived precipitation estimates in remote locations such as the Sierra Madre Occidental (SMO) or the Gulf of California. A large component of the NAME campaign was aimed at characterizing warm rain and/or ice-based processes and their relationship to deep convective cloud morphology as well as mesoscale convective organization. These NAME studies have indicated that microphysical processes are important for upscale growth and propagation of convective organization at the mesoscale level. Convective showers that organize along the SMO during the late afternoon are characterized by precipitation produced due to melting ice. This melting ice, in addition to descending rear inflow characteristic of Mesoscale Convective Systems (MCSs), create a large surface "cold pool" which propagates downslope of the SMO and forces new convection along the leading edge of the propagation. Given disturbed environmental conditions (e.g., increased vertical wind shear), ice formation and melting continues at the lower SMO elevations leading to continued outflow and propagation into the night and early morning. Cold pool formation and propagation of MCSs from elevated regions has been noted to be important in other tropical regions.

SE03-11

PARTICIPACION DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS, EN EL PROGRAMA ESTATAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Ramos Hernández Silvia, Díaz Nigenda Emmanuel, Morales Iglesias Horacio, Vázquez Morales Williams, Venegas Sandoval Andrea, Segreste Durán Jorge, Rivera Ozuna Rogelio, García González Rafael, José Ríos Mauricio, Pinto Castillo José Francisco, Jon Selvas Juan, Cossío Pérez Iris y Hernández Moreno Ma. de los Angeles
Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH
 silviamramosherandez34@gmail.com

El grupo de investigación del Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (CIGERCC) de la Universidad de Chiapas, se ha constituido en el grupo local para coadyuvar a la actualización del Programa Estatal de Cambio Climático de Chiapas, el cual busca contribuir al desarrollo de una meta integral para la mitigación y adaptación al cambio climático en el estado. En particular el CIGERCC, participó con la realización del estudio y el reporte técnico, que describe la situación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el diagnóstico de vulnerabilidad presente y análisis del marco legal en materia de cambio climático. Los cálculos de las emisiones de GEI se realizaron para cinco de las seis categorías establecidas por el Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) empleando las Directrices del IPCC en su versión revisada de 1996 y con la orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas publicada en el año 2000. Las actividades forestales, agrícolas y pecuarias que se desarrollan en el estado, el sector USCUS y agricultura continúan siendo los principales problemas por atender, sin embargo, el incremento de la flota vehicular se ha duplicado en los últimos cinco años (INEGI, 2012); las

emisiones vehiculares representan hoy en día un problema grave al igual que los sectores antes mencionado. El principal problema asociado al cambio climático afectará a todos los sectores socioeconómicos, pues se prevén aumentos en la temperatura, lluvias extremas, pero también una reducción en la disponibilidad del agua debido al decremento en las precipitaciones en algunas zonas. Algunas regiones de Chiapas son más vulnerables ante los fenómenos hidrometeorológicos, como las "depresiones tropicales" que provocan inundaciones en las partes bajas de las cuencas, lo que se refleja además, en otro tipo de afectaciones y por ende en otro tipo de peligros como la inestabilidad de laderas, deslizamientos, erosión de suelos, caída de bloques, hundimientos, entre otros. Dentro de las inversiones que el gobierno ha llevado a cabo se encontró que se ha invertido más en la reconstrucción de los impactos hidrometeorológicos que en la prevención de los daños. Así mismo, se realizó un análisis del marco legal para la articulación y alineación de la Ley Estatal de Cambio Climático con la LGCC y la ENCC que busca atender de manera eficiente los retos de adaptación y mitigación ante el cambio climático.

SE03-12 CARTEL

EL DESPLAZAMIENTO DEL ESPACIO BIOCLIMÁTICO EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS EN MÉXICO

Esperón-Rodríguez Manuel, Don Juan Fabricio, Lozano
García María del Socorro y Correa-Metrio Alexander
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
orcacomefoca@yahoo.com.mx

En la actualidad el cambio climático representa un riesgo sustancial para la conservación de poblaciones naturales y ecosistemas. En este trabajo, se utilizó la base de datos del Climate Research Unit (CRU 3.2) para calcular la velocidad del cambio del espacio bioclimático en las áreas protegidas continentales de México entre 1901 y 2011. Así fue posible evaluar de manera sistemática la amenaza que el cambio climático moderno representa para dichas áreas. El análisis se hizo de manera análoga al presentado por Burrows et al (2011, *Science* 334:652) a escalas temporales intra- y multi-anales, con el objeto de contextualizar la tendencia climática de las últimas décadas en el marco de los cambios estacionales. De igual manera, se evaluó el desplazamiento del espacio bioclimático dentro de tres escenarios de cambio climático proyectados para los próximos 100 años. Todos los análisis se plantearon únicamente en términos de temperatura dada la alta incertidumbre asociada con otros parámetros climáticos. A pesar de que los cambios estacionales mostraron en promedio una velocidad superior a la tendencia del último siglo, se hizo evidente que el desplazamiento generalizado en términos de dicha tendencia supera las expectativas de migración de la vegetación, factor fundamental en la estructuración de la mayoría de los ecosistemas continentales. Mientras cambios a nivel estacional están probablemente asociados con el espacio bioclimático que mantiene poblaciones viables (nichos fundamentales), la tendencia generalizada mostró un cambio sustancial en la distribución de los bioclimas, representando una amenaza importante para la conservación de los ecosistemas. En relación a los escenarios pasados y futuros, las mayores amenazas asociadas con el desplazamiento de los bioclimas se presentaron para áreas protegidas con poco relieve, mientras que zonas de montaña con alta diversidad topográfica mostraron cambios menos rápidos. Paradójicamente, los escenarios futuros plantean la desaparición de espacios bioclimáticos para las áreas de alta montaña que estuvieron asociadas con las velocidades de cambio climático mas bajas. Así, se evidenciaron dos riesgos fundamentales para las áreas protegidas derivados del cambio climático: i) cambios climáticos a largo plazo que superan la capacidad de migración y adaptación de las especies zonas con poco relieve; y ii) desaparición de bioclimas en sistemas de alta montaña.