

ATM-01

## CALENTAMIENTO GLOBAL Y PRÓXIMA GLACIACIÓN

José Trinidad Rodríguez Cantú  
Facultad de Ingeniería, UABC  
E-mail: trinidad.rodriguez@sia.mx1.uabc.mx

El desprendimiento de grandes icebergs en la Antártida, la formación de grandes tormentas y sus consecuentes inundaciones, el notable incremento actual en la actividad volcánica, los grandes incendios forestales y las hambrunas provocados por prolongadas sequías, son indicativos de que en los últimos años el clima está cambiando y seguirá cambiando con gran rapidez como lo demuestran pruebas paleontológicas como la variación en la concentración de bióxido de carbono y del carbono 14, variaciones en la disposición de la radiación solar incidente, en el nivel y la temperatura de los mares y océanos, y la actual teoría del calentamiento térmico global. Pruebas que son presentadas en este trabajo

Además se presenta una hipótesis de como se forma o genera un ciclo glaciación-período interglacial basada en un análisis sobre las variaciones del carbono 14, en las variaciones del nivel del mar, en la concentración el bióxido de carbono y la deriva de la Antártida, y su posible implicación en la génesis de la próxima glaciación que probablemente ya está en camino.

ATM-02

## EL EXPERIMENTO CLIMÁTICO PARA LAS ALBERCAS DE AGUA CALIENTE EN LAS AMÉRICAS TROPICALES

Víctor O. Magaña  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

El clima de las Américas tropicales del hemisferio norte está altamente influenciado por la presencia de albercas de agua caliente. La alberca del océano Pacífico del noreste, da origen a la presencia de la Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT), donde se produce gran actividad convectiva que determina las lluvias de la mayor parte de México y Centro América. La alberca de agua caliente del Caribe es sin embargo relativamente inactiva en términos de procesos convectivos, inhibidos por intensa subsidencia. Las albercas agua caliente del Caribe y del Pacífico parecen sin embargo estar conectadas mediante una corriente en chorro de niveles bajos que alcanza máxima intensidad en el Caribe. Esta corriente exhibe variaciones relacionadas con la Sequía del Medio Verano (canícula) e incluso con las variaciones asociadas a El Niño.

Para entender la dinámica de las lluvias de verano y su variabilidad, probando hipótesis construidas a partir de información de reanálisis de datos meteorológicos, se han diseñado campañas de observación que involucren cruceros oceanográficos, observaciones en continente, y recopilación de información de satélite para describir el clima del verano. El trabajo de campo y de investigación involucra a más de 10 instituciones y representa una oportunidad única de disponer de información en regiones donde observaciones operacionales son difíciles. En la presentación se describen los objetivos por alcanzar y las metodologías a seguir en la campaña de mediciones programada para el verano de 2001.

ATM-03

## MEDICIONES OBJETIVAS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Pavia E.G., F. Graef y J. Reyes  
Depto. de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE

Tradicionalmente se ha definido la climatología como un promedio en espacio y/o tiempo, complementado con alguna medida de la dispersión, por ejemplo la desviación estándar. La representatividad de estas variables es proporcional al número de datos (N) con los que se trabaje, por lo que es deseable tener N lo más grande posible.

En este trabajo se propone un método objetivo para determinar, dada una cierta N, cuál es la incerteza de la climatología para diferentes niveles de confianza.

Además se definen y se presentan promedios y desviaciones estándar acumulativas, variando N, para buscar la tendencia de estos parámetros hacia su valor teórico.

Se presentan ejemplos que demuestran la utilidad, y las limitaciones, de estos estimadores estadísticos en el pronóstico climático a largo plazo.

ATM-04

## MODELACION DEL CLIMA REGIONAL EN TLAXCALA; VERANOS DE 1997 Y 1998

Jose Luis Perez y Victor O. Magana  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

En México por su posición geográfica y extensión, se encuentran regiones con diferentes tipos de climas, donde el relieve es el más importante factor modificador de la distribución latitudinal de ellos, es por eso que existen climas de región templada donde correspondería encontrar climas tropicales. En la región de la meseta central de México hay un complejo relieve que interactúa con el flujo atmosférico y determina la forma como se distribuyen la precipitación y temperatura en la superficie. Aunque se tiene conocimiento de como es el comportamiento de la atmósfera a gran escala mediante los Modelos de Circulación General (GCM), se desconocen los detalles dinámicos a mesoescala de la circulación atmosférica. En regiones donde la baja densidad de estaciones de observaciones climatológicas de superficie y altura, un modelo meteorológico es convertido en un laboratorio donde se hacen pruebas de hipótesis sobre las interacciones dinámicas entre la atmósfera y la superficie. El estudio del clima regional puede realizarse al usar un modelo meteorológico de mesoescala anidado en un GCM. Usando el modelo de mesoescala MM5 (PSU/NCAR), se hacen simulaciones extendidas de cada mes para los veranos (Junio-Septiembre) de 1997 y 1998, sobre la región de Tlaxcala (México). Las simulaciones muestran la capacidad del modelo en resolver la interacción del flujo atmosférico de mesoescala con el relieve, la variación de la temperatura con la altura así como la distribución de la precipitación influida por la presencia de montañas. Los mayores cambios en la dirección del flujo atmosférico se presentaron en los meses de Septiembre de 1997 y 1998, lo mismo fue con el patrón de precipitación. Sin embargo, los resultados de las simulaciones sugieren que; a) la precipitación sobre la región depende fundamentalmente de la humedad y

convergencia de gran escala, mas que de los forzamientos de mesoescala. b) La variación de la dirección del flujo atmosférico produce cambios importantes en la distribución de la precipitación regional, c) podrían instalarse estaciones de observación climatológica en ciertos lugares donde la información mejoraría tanto los diagnósticos como los pronósticos climáticos regionales que se realicen sistemáticamente.

ATM-05

### **PARTICIPACIÓN DE LA TERMODINÁMICA DE LA REGIÓN SUPERFICIAL DE LOS MARES INTERIORES DE MÉXICO EN LA PREDICTABILIDAD CLIMÁTICA**

Alvarez Gasca Oscar y Morales Acoltzi Tomás  
Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se presenta un análisis de la dinámica del acoplamiento océano-atmósfera como parámetro regulador del nivel de predictabilidad de las condiciones atmosféricas medias sobre la República Mexicana.

Partiendo de la variada morfología de las cuencas oceánicas adyacentes al territorio nacional, se proceden a revisar los flujos de viento, humedad y calor en el Golfo de México, Golfo de Tehuantepec y Golfo de California, como posibles factores que determinan la estabilidad de las soluciones numéricas de modelos de predicción climática.

Finalmente, se ponderan los escenarios sobre los mares con el objeto de aportar mejoras a las metodologías de pronóstico a mediano plazo en ciertas regiones del país.

ATM-06

### **ESQUEMA DE DIAGNÓSTICO Y PRONÓSTICO DE ANOMALÍAS CLIMÁTICAS PARA EL ESTADO DE OAXACA**

E.M. Uribe Alcántara, V.O. Magaña Rueda y J.L. Vázquez Aguirre  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Fenómenos recientes han reflejado la gran vulnerabilidad de nuestro país a las condiciones climáticas. Esta vulnerabilidad fue evidente en 1997—1998, cuando el evento El Niño prevaeciente durante este periodo provocó una intensa sequía que afectó entre otras, a las producciones agrícola y pesquera, y generó además condiciones favorables para los incendios forestales en el país. Una de las contribuciones de la ciencia para la disminución de las afectaciones asociadas con este y otros fenómenos climáticos es la realización de diagnósticos y pronósticos de anomalías climáticas que permitan un planteamiento adecuado de las estrategias de desarrollo. La importancia de realizar un estudio de este tipo en el Estado de Oaxaca se debe a su ubicación geográfica pues ésta lo hace susceptible a una rica variedad de fenómenos hidrometeorológicos como huracanes y lluvia orográfica, que son capaces de afectar la producción agrícola y pesquera.

Los objetivos de este trabajo son documentar las formas de variabilidad climática interanual en verano y diseñar esquemas de diagnóstico y pronóstico climático adaptados para la planeación de

actividades productivas. Esto se logrará mediante la identificación de las formas de variabilidad climática relacionadas con el fenómeno El Niño, la estimación de los impactos que dichas variaciones tienen en diversos sectores económicos del estado, y la estimación de las señales de cambio climático que son capaces de afectar el desarrollo del estado.

Mediante el desarrollo de los aspectos anteriores se pudo concluir que el fenómeno El Niño afecta el clima de Oaxaca, veranos El Niño resultan en lluvias por debajo de lo normal mientras que veranos de La Niña implican un retorno a la normal o incluso, lluvias por encima de lo normal. La señal El Niño es tan importante que se manifiesta en diversos sectores socioeconómicos de Oaxaca (agricultura, pesca, silvicultura, agua, etc.). De esta manera, el pronóstico del clima puede ser utilizado en la planeación de actividades socioeconómicas.

ATM-07

### **METEOROLOGÍA DE LA CUENCA DE MÉXICO**

Víctor O. Magaña, Joel B. Pérez y Juan M. Méndez  
Depto. de Meteorología General, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

La vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos en la Cuenca de México ha aumentado de manera alarmante en las últimas décadas. Los organismos encargados de la Protección Civil requieren cada vez más de información de pronósticos de lluvias con gran detalle tanto temporal como espacial. La predicción numérica del tiempo utilizando modelos numéricos de mesoescala se ha convertido en una realidad en muchas partes del mundo. Con el modelo numérico de mesoescala MM5 versión 2, se realizan simulaciones diarias de predicción de lluvias a 12, 24 y 48hr. para la Cuenca de México en los meses de verano (mayo a octubre). Al comparar las simulaciones con las observaciones, interpoladas a una malla de igual resolución espacial que la del modelo, se observa que las simulaciones permiten identificar las zonas de lluvia intensa así como la evolución en el tiempo. Sin embargo, se tiene que el error de la cantidad de lluvia pronosticada aumenta conforme se tratan de simular eventos extremos. Se concluye que el MM5 genera los productos que necesitan los organismos encargados de la Protección Civil, para la toma de decisiones en prevención de desastres naturales ocasionados por lluvias intensas en la Cuenca de México.

ATM-08

### **EFFECTO DE ENSO SOBRE LA CANÍCULA EN EL FLANCO ESTE DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL**

José Antonio Agustín Pérez Sesma, Domitilo Pereyra Díaz, Miguel Ángel Natividad Baizabal y Jorge García Martínez  
Facultad de Instrumentación Electrónica, Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

En este trabajo se presenta un análisis de los efectos ocasionados por el fenómeno oceanográfico/atmosférico ENSO sobre la sequía intraestival o canícula, para tres localidades del estado de Veracruz que se ubican en el flanco este de la Sierra Madre Oriental a diferentes altitudes sobre el nivel del mar: Puerto de Veracruz (19°12N, 96°08W, 16msnm), Xalapa (19°32N, 95°55W, 1427msnm) y Las Vigas de Ramírez (19°39N, 97°06W, 2400msnm). Para realizar lo anterior se hizo un análisis del comportamiento de las series de precipitación promedio decenal periodo 1966-1999, de

los años de El Niño (fase caliente de ENSO), La Niña (fase fría de ENSO) y Sin evento. Los resultados muestran que en el Puerto de Veracruz, durante los eventos de La Niña la canícula se incrementa en un 7.5% con respecto al valor normal (11.2%), mientras que durante los eventos de El Niño la canícula disminuye en un 109.9%. Esto nos muestra que en esta región en años de El Niño la canícula tiende a desaparecer, lo cual se puede deber a la presencia de aire caliente en las proximidades de la superficie terrestre después de varios días de asoleamiento. Este calentamiento en la superficie genera una corriente ascendente hasta que la masa de aire adquiere la temperatura de los alrededores, proceso en el cual ésta se expande y enfría, originando fuerte precipitación. Estos efectos se presentan en tardes calurosas de verano, periodo en el cual la radiación es más intensa y origina que se formen nubes cumulonimbus generadas por corrientes convectivas ascendentes que dan lugar a copiosas precipitaciones que suelen ser de corta duración. Para la región de Xalapa, los resultados muestran que durante El Niño y La Niña la canícula se incrementa en un 30.3% y 74.6% respectivamente, en relación al valor normal (27%), siendo más intensa tanto en magnitud como en tiempo durante La Niña. Por último para la región de Las Vigas de Ramírez, durante el evento de La Niña la canícula se incrementa en un 29.8% por arriba del valor normal (30.2%), mientras que durante El Niño ésta disminuye 53.7%. El análisis analítico y gráfico nos muestra que durante los eventos de El Niño y La Niña la canícula se incrementa con la altitud hasta elevaciones medias, a través del flanco este de la Sierra Madre Oriental, mientras que a partir de altitudes medias en adelante la canícula tiende a disminuir con respecto a su valor máximo, pero sin llegar a desaparecer.

ATM-09

### **VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL MEDIA ESTACIONAL EN EL ESTADO DE VERACRUZ CON EL EVENTO ENSO**

Jorge García Martínez, Domitilo Pereyra Díaz, José A. Agustín Pérez Sesma y Leonorilda Gómez Romero  
Facultad de Instrumentación Electrónica, Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

En este estudio se seleccionaron 49 estaciones pluviométricas ubicadas en el estado de Veracruz con periodos de 31 años (1966-1996), además de la clasificación del ENSO proporcionada por el National Centers for Environmental Prediction/Climate Prediction Center and at the United Kingdom Meteorological Office. El estudio tuvo como objetivo identificar las zonas en donde se presenta la variabilidad de la precipitación pluvial media estacional en el estado de Veracruz en periodo de ENSO, en la cual se aplicó el estadístico de Fishers a cada una de las estaciones para determinar si la variabilidad pluviométrica era significativa estadísticamente; esta prueba se aplicó al 5 y 1%. Para la estación de primavera y evento El Niño, fueron significativas 12 estaciones pluviométricas; de las cuales 6 mostraron un incremento en la precipitación pluvial, y las 6 restantes un decremento en dicho parámetro respecto al periodo normal. Las zonas donde se incrementa la precipitación se localizan al Oeste, Noroeste y Sureste de la costa de la parte media del estado; estas estaciones están situadas a barlovento de la cordillera del estado de Veracruz, las zonas en las cuales la precipitación disminuye, se localizan al Suroeste, Noroeste y Sureste, de la costa de la parte media del estado. Para la estación de verano y evento El Niño, el número de estaciones pluviométricas que resultaron significativas disminuye a 11, de las cuales solo en 3 de ellas se incrementa la precipitación,

estas están ubicadas en la parte media del estado. Las zonas en las cuales disminuye la precipitación están situadas al Oeste y Noroeste de la parte media del estado de Veracruz. En la estación de Otoño y evento El Niño, 14 estaciones resultaron significativas, en 12 de ellas se incrementa la precipitación, encontrándose distribuidas en la parte Sur, media y Noroeste, es decir, se observa un incremento de la precipitación en la mayor parte del estado en esta temporada. En la temporada de la estación de invierno y evento El Niño, se observa que la variabilidad de la precipitación es más significativa hacia el Noroeste y centro del estado, pero disminuyendo al Sureste. Para primavera y evento La Niña, las estaciones significativas son 15, de las cuales solo en 4 de ellas la variabilidad aumenta, 2 de éstas se localizan en la parte media, una al Noroeste y las restantes al Sureste del centro medio del estado. De las 11 estaciones en las cuales la variación es negativa, 8 de ellas se encuentran distribuidas en la parte media del estado, 2 al Sureste y una al Noroeste. De acuerdo con lo observado se puede concluir que la variabilidad de la precipitación pluvial disminuye en la mayor parte del estado de Veracruz, durante el evento La Niña. En la estación de verano y evento La Niña, las estaciones que resultaron significativas solo son 5, en las cuales la variabilidad de la precipitación disminuye. Estas están distribuidas al Noroeste, Sureste y parte media del estado. De acuerdo con este análisis, el efecto de La Niña en el estado de Veracruz refleja una disminución en la precipitación pluvial, significativamente para algunas zonas del estado, comparado con el año normal. Para el periodo de otoño y evento La Niña, se obtuvieron 8 estaciones significativas, de las cuales en 7 de ellas se incrementa la precipitación. 4 de estas se localizan en la parte media del estado, 2 al Noroeste y una al Sureste. Se puede decir entonces que en estación de otoño se incrementa la precipitación pluvial, sólo que con mayor significancia en algunas zonas del estado. Para la estación de invierno y evento La Niña, resultaron 17 estaciones significativas, en 5 de ellas la variabilidad de la precipitación aumenta; estas están ubicadas en su mayor parte en la parte media del estado. Las 12 estaciones en las cuales la variabilidad de la precipitación disminuye están distribuidas al Noroeste, Suroeste, Sureste y centro del estado, por lo cual se dice que la precipitación pluvial se incrementa en invierno significativamente, en algunas zonas de la parte media del estado durante el evento La Niña.

ATM-10

### **ESTUDIO DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN EN EL VALLE DE MÉXICO**

Juan Matías Méndez Pérez, J.B. Pérez y M.A. Villanueva  
Depto. de Meteorología General, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Los fenómenos hidrometeorológicos extremos acontecidos recientes en nuestro país, han puesto en evidencia la vulnerabilidad de México ante inundaciones, en regiones montañosas cercanas a cuencas de ríos. Las pérdidas humanas y materiales nos lleva a sugerir estrategias de adaptación ante eventos de precipitación intensa. Los efectos negativos de las lluvias intensas se presentan principalmente en las zonas de asentamientos irregulares de la población. Para hablar de los eventos extremos es necesario analizar la intensidad, duración y frecuencia de la precipitación. En el Valle de México la precipitación observada puede alcanzar en el año poco más de 1000 mm. Sin embargo, la gran variabilidad espacial de la lluvia produce que se tenga que realizar un estudio por regiones. Utilizando datos de precipitación diaria de un sistema de medición pluviométrica en tiempo real de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) se determina el

significado de un evento extremo. Las condiciones del Valle de México, en materia de precipitación intensa se comparan con las regiones con gran actividad convectiva y de poca actividad del país. Los resultados se analizan en el contexto de sistemas de alerta en Protección Civil.

ATM-11

### **COMPORTAMIENTO DEL NIVEL DEL RÍO LA ANTIGUA DURANTE EL VERANO DE LOS AÑOS DE ENSO**

Domitilo Pereyra Díaz, Leonorilda Gómez Romero y Betzabeth Argüelles Flores

Facultad de Instrumentación Electrónica, Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana

En este trabajo se presenta un análisis gráfico y estadístico que permite ver los efectos de la fase caliente de ENSO, durante el verano, sobre el nivel del río La Antigua, a la altura del poblado Jalcomulco, Ver. La cuenca del río La Antigua se encuentra ubicada entre los paralelos 19°17' y 19°35' latitud Norte y entre los meridianos 96°17' y 97°15' longitud Oeste, se considera dentro de la región hidrológica 28 (Golfo Sur) y tiene una superficie aproximada de 2 685 km<sup>2</sup> hasta su desembocadura al Golfo de México. Esta cuenca se encuentra distribuida entre los estados de Puebla y Veracruz, siendo éste último donde se encuentra casi su superficie total. El cauce principal nace al norte del Pico de Orizaba, en el cerro de la Cumbre, a una elevación de 3 750 m. Para realizar este estudio se utilizó la información hidrométrica proporcionada por la División Hidrométrica Golfo de C.F.E., así como los registros de los episodios calientes y fríos del Pacífico Tropical, por estaciones del año, proporcionados por el Centro de Predicción Climática de la NOAA. El análisis gráfico para el período 1979-1999, mostró que durante el verano de los años de ENSO el nivel máximo que alcanzaron las escalas disminuyó fuertemente, al igual que los gastos máximos, con respecto a los años normales (años sin evento). La escala promedio durante el verano en años normales fue de 304.6 cm, para años de El Niño (fase caliente) fue de 260.8 cm (una disminución de 14.4%) y para La Niña (fase fría) fue de 266.3 cm (una disminución de 12.6%). En cuanto a los gastos máximos registrados se obtuvo lo siguiente: para los años normales el gasto máximo promedio fue de 431.7 m<sup>3</sup>/s, para los años de El Niño fue de 247.8 m<sup>3</sup>/s (una disminución de 42.6%) y para La Niña de 329.0 m<sup>3</sup>/s (una disminución de 23.8%). Para conocer si esta variación, de las escalas y gastos máximos, durante el verano era aleatoria o se debía al efecto de El Niño se aplicó la prueba de comparación de varianzas de Fisher. El análisis estadístico mostró que la variación tanto en el nivel del agua como en el gasto máximo fue significativo al 5%, al considerar como dato atípico a 1992 que fue un evento de El Niño que pasó drásticamente de fuerte a débil. En el análisis gráfico se observa que durante la fase caliente (El Niño) la escala crítica sólo fue rebasada 1 de 9 veces, durante La Niña fue rebasada ligeramente 2 de 3 veces, en cambio durante los años normales fue rebasada ampliamente 7 de 9 veces, esto nos permite inferir en forma preliminar que las inundaciones aguas abajo de la estación hidrométrica Jalcomulco, Ver., se presentan con mayor frecuencia durante los años normales, ocurriendo lo contrario para los años de El Niño, donde las escalas máximas disminuyen fuertemente. Este descenso en las escalas máximas durante El Niño debe ser considerado por el personal que controla el suministro de agua en el Distrito de Riego 035 La Antigua, que se encuentra ubicado aguas abajo.

ATM-12

### **EL NIÑO/LA NIÑA Y SU RELACIÓN CON LAS HELADAS EN LA REGIÓN NORTE DE VERACRUZ**

Contreras Hernández Ana Delia y Morales Acoltzi Tomás  
Carrera de Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se presenta un análisis de las condiciones de variabilidad climática interanual como factor de impacto en el fenómeno de las heladas en la región norte del Estado de Veracruz, así como las posibles interacciones de las anomalías térmicas del Golfo de México sobre el clima de la vertiente oriental de México.

Partiendo de las características específicas del daño total o parcial al cultivo del maíz por bajas temperaturas, así como de las climatologías globales de frecuencia de heladas, son seleccionadas las variables temperatura mínima y precipitación de un conjunto de estaciones y observatorios meteorológicos durante un periodo de treinta y ocho años.

Con base en el conocimiento de la serie histórica de índices del ENOS se construyeron compuestos que muestran bajo que escenarios específicos el impacto de El Niño/La Niña implica pérdidas en la producción agrícola con respecto al cultivo más importante de la citada región veracruzana, comparándose con los principales resultados ya publicados del impacto en el Estado de Tlaxcala.

Finalmente, se evalúa de manera específica la participación de las anomalías termodinámicas de la frontera marítima oriental en la eficiencia neta de los cultivos, tanto en función de las heladas como en términos de las anomalías de la precipitación.

ATM-13

### **LAS SEQUÍAS DEL BAJÍO GUANAJUATENSE: EL CASO DE 1999**

Genaro Montesinos Silva  
Cuerpo Académico de Producción y Desarrollo Agropecuario,  
Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato

Los eventos de sequía que forman parte de la variabilidad climática, constituyen uno de los principales factores negativos que afectan el ambiente y las actividades de los territorios donde se presentan, como en el caso del Bajío guanajuatense, una de las principales regiones agrícolas del país. En esta comarca, los registros pluviométricos como el del Observatorio Meteorológico de Guanajuato, se caracterizan por una notoria variabilidad interanual en la cantidad de precipitación, y recurrencia de años secos expresada por desviaciones negativas de la media y/o presencia de «canícula» o «sequía intraestival». El estudio de las sequías de esta zona en el período de 1950 a la fecha, enfocado en la posibilidad de su conexión con fenómenos climáticos globales como «El Niño-Oscilación Suriana» (ENOS), ha encontrado que los años secos poseen una relación estadísticamente significativa: con la fase fría del fenómeno, en el caso de los eventos expresados por las mayores desviaciones negativas del promedio; y con la fase caliente, en el caso de los eventos con un alto índice de sequía relativa.

En 1999 se presentó en «El Bajío» una fuerte sequía, habiéndose registrado 393.0 mm en Guanajuato, Gto., una desviación de la precipitación media de -1.64, y ausencia de

«canícula» de acuerdo a la distribución de la precipitación durante la estación lluviosa. En esta localidad, otros años con precipitación menor a 400 mm han sido 1909, 1918, 1957 y 1961. Este tipo de eventos poseen una probabilidad de ocurrencia de 5.4%, ajustando los datos del registro de 1865-1999 a la distribución normal, con un nivel de significancia del 10% para las pruebas de bondad de ajuste de chi-cuadrada y Kolmogorov-Smirnoff. De los cinco eventos, los de 1918 y 1957 coincidieron con la presencia de un ENOS moderado y fuerte respectivamente, mientras que de los otros tres, el de 1909, 1961 (280.3 mm, el valor más bajo), así como el caso que nos ocupa, se presentaron en ausencia del fenómeno ENOS.

La explicación a dichos sucesos podría encontrarse al estudiar detalladamente las influencias que modulan la serie, el ciclo de las manchas del sol y el ENOS, encontradas previamente por medio del análisis espectral de registro. De los acontecimientos citados, en el del año 1957 que se registraron 285.0 mm (el segundo más bajo) concurren además del evento ENOS de fuerte intensidad, un máximo de actividad solar expresado por la mayor cantidad de manchas solares de los últimos 300 años.

ATM-14

### SEQUIÁS EN EL ESTADO DE JALISCO

Sandra L. Alvarez Pozos<sup>1</sup>, Carlos A. Ortiz Solorio<sup>2</sup> e Irina E. Tereshchenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Física, Universidad de Guadalajara

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Texcoco, México

El año de 1999 se declaró zona de desastre por sequía parte de la región norte y centro del país. El Estado de Jalisco no se encontró dentro de las entidades declaradas, pero los efectos de la sequía se sintieron en 22 municipios de la región los Altos y el norte del Estado.

En la región los Altos ya han ocurrido dos periodos de sequía, durante 1960-1964 y 1993-1996. (García, J.F. 1999). Con base a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la presencia y comportamiento de la sequía en el Estado de Jalisco, utilizando el índice de sequía de precipitación estandarizado (SPI), (McKee *et al.* 1993), en donde valores negativos clasifican la sequía y positivos la humedad. El índice se aplica a 31 series de precipitación durante el periodo comprendido de 1961-1998, durante el temporal de lluvias (Junio-Septiembre). El comportamiento del índice se comparó con la variable rendimiento/tonelada de Maíz para el estado en el periodo de 1982-1999.

Los resultados indican que los años más severos con sequía son 1969 y 1982, siendo este año en donde la sequía se extiende la mayor parte del Estado, coincidiendo con la reducción de la producción de Maíz de 1'470,508 toneladas con respecto al promedio anual de 2'119,090. Los municipios más afectados cuando se presenta el fenómeno son: Ojuelos, Encarnación de Díaz, Cuquío, Teocaltiche, (región los Altos). Bolaños, Colotlan, Totatiche (región Norte). Pihuamo, la Huerta, Tamazula, Manuel M. Dieguez y Tapalpa (región Sur-Oeste).

#### Bibliografía

McKee, T.B., N.J. Doesken, and J. Kleist, 1933. The relation ship of drought frequency and duration to time scale. preprints, 8th conference on applied climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, 179-184.

García, F.J. *et al* (1999). Sequías en México, Prevención, organo informativo del sistema nacional de protección civil, Febrero-Mayo (1999), publicado por: Centro Nacional de Prevención de Desastres, México.

ATM-15

### LA SEQUIA DE LOS 90S EN LAS CUENCAS FLUVIALES DE LA VERTIENTE CONTINENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Brito Castillo L.<sup>1</sup> y A. Leyva-Contreras<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CIBNOR, S.C., Unidad Guaymas

E-mail: lbrito@cibnor.mx

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

E-mail: aleyva@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

En este trabajo, se analiza la sequía de los 90s y su impacto en las cuencas fluviales de la vertiente continental del Golfo de California. El impacto se estudia a partir de la situación de llenado de las presas. Se muestra la variabilidad interanual (1922-1999) de las lluvias y de los escurrimientos por regiones, para verano e invierno, y se compara con la variabilidad interanual de los volúmenes de entrada a las presas. Se muestran los patrones de circulación promedio de anomalías de alturas geopotenciales a 700mb (AG700), de los 10 años más húmedos y de los 10 años más secos de invierno y verano en el período 1948-1999. Estos patrones de circulación se comparan con los patrones de flujo atmosférico AG700 de los 90s y se llega a la conclusión de que el transporte de humedad hacia las cuencas tiene su origen en una escala mayor a la regional. Este resultado es congruente con las lluvias regionales ocurridas de 1989 a 1999. Se hace un análisis comparativo de lluvias, gastos de entrada y gastos de salida de las presas con datos diarios de 1996 a 1999. La necesidad de abastecer las demandas de agua (para riego, ganadería industria y consumo doméstico) combinado con las pocas lluvias de este período han dado como resultado una situación de llenado que se puede caracterizar como crítico para las presas localizadas en las corrientes de la zona de estudio. Hasta 1999 la mayoría de las presas estuvieron por debajo del 30% de su capacidad; las presas Molinito y Abelardo L. Rodríguez, sobre el río Sonora, se secaron por completo.

Nota: Se agradece al CIBNOR, S.C., dirección de posgrado, UNAM, Departamento de Intercambio Nacional del Instituto de Geofísica, CONACyT (por el apoyo al proyecto de estancia doctoral «Los escurrimientos fluviales en el Noroeste de Mexico. Un análisis de su variabilidad interanual) y Comisión Nacional del Agua por todo el apoyo recibido para la realización de este estudio.

ATM-16

### CARACTERIZACION DE LA SEQUIA EN MEXICO (1921-1987): BASES PARA SU PRONOSTICO A PARTIR DEL INDICE DE PALMER

Gloria Herrera Vázquez y Víctor L. Barradas

Servicio Meteorológico Nacional

E-mail: gherrera@gsmn.cna.gob.mx

Instituto de Ecología, UNAM

E-mail: vbarrada@miranda.ecologia.unam.mx

En años recientes, la sequía frecuentemente severa se ha convertido en un desastre climático importante en todo el mundo,

afectando adversamente tanto regiones de países desarrollados como en desarrollo. Las sequías recientes han atraído la atención para su estudio, que incluye su monitoreo, ocurrencia, frecuencia, duración y predicción, así como su regulación y manejo para mitigar sus efectos adversos.

Entre los índices para determinar la sequía, el de Palmer ha ganado mayor aceptación por ser un índice de sequía meteorológica, ya que está dado en términos de elementos meteorológicos, como la precipitación pluvial y la evaporación potencial, y clasificando épocas del estado del tiempo. Esto significa, que una vez que el estado del tiempo retorna a un nuevo régimen, no importan las condiciones de humedad del suelo, escurrimientos, y niveles de ríos, presas o vertederos, el índice responde sensiblemente y alcanza valores claramente definidos a la situación existente. El objetivo de la presente investigación es el de realizar un análisis estadístico de las sequías en México, desde 1921 a 1987 a través del índice de Palmer y considerando la regionalización del país realizada por Douglas que comprende 18 zonas climáticamente homogéneas.

Considerando los resultados generados por el índice estudiado, las sequías se presentan en todo el territorio nacional en todos los intervalos que señala Palmer, así mismo son bien localizadas las regiones donde este fenómeno se presenta en grado extremo, severo, moderado y ligero. La zona 12 (zona centro oriental) presentó el más alto porcentaje (10.1%) de sequía extrema, mientras que la zona 6 (centro noroccidental) presentó el 11.1% de presencia de sequía severa (mayor porcentaje). La península de Yucatán (zona 18) presentó un alto porcentaje (10%) de sequía severa. En general las zonas que presentaron el mayor porcentaje de sequía en todas sus modalidades fueron la 2 y la 1 (península de Baja California) con el 54.83 y 54.25% del periodo analizado. A pesar de que la zona 17 comprende estados lluviosos como son Tabasco, Chiapas y sur de Veracruz, presentó un 33.3% de sequía en todas sus modalidades (ligera=14%, moderada=10.3%, severa=3.8%, extrema=5.0%). La frecuencia de las sequías está en el mismo caso que su duración, se puede establecer estadísticamente, pero es difícil usar dicha información para inferir el futuro con un alto grado de acierto, ya que el comportamiento de las sequías no mostró un patrón o ciclo regular.

ATM-17

### **INTRODUCCIÓN DE CULTIVOS ALTERNOS DE TEMPORAL ANTE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA/CAMBIO CLIMÁTICO: ESTADO DE TLAXCALA**

Saturnino Orozco F., Tomás Morales A., Carlos Gay G., Justino Lezama G. y Leonel Pérez R.  
Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Tlaxcala

El clima del Estado de Tlaxcala tiene una gran variabilidad espacial, debido a lo complicado de su orografía y a los cambios en el uso de suelo de una región a otra, la producción agrícola generalmente es siniestrada por factores asociados al agua: ausencia de ella (sequías), exceso (inundaciones), mala distribución en el ciclo agrícola, combinación de agua con temperaturas bajas (granizo), combinación de agua y temperaturas altas (plagas).

Por otro lado, la variabilidad climática junto con el cambio climático a escala regional, se presentarán tal y como lo han hecho en la última década, por lo que es necesario inducir una toma de

decisiones, por parte de los agricultores, que incluya un pronóstico climático de la precipitación, que a su vez considere una climatología modificada de acuerdo a los eventos extremos en el clima, es decir, considerar una climatología diferenciada, de tal forma, que el resultado del análisis detallado de todas las condiciones sea, el incorporar el cultivo idóneo para ese ciclo agrícola, que se adapte a la climatología del lugar.

El objetivo de este trabajo, es lograr participar en la toma de decisiones con los productores, para introducir nuevos cultivos de alternativa e inducir una cultura de adaptación, para aprovechar el verdadero potencial climático que prevalece en los diferentes microclimas del Estado.

En esta primera fase, se está experimentando en 5 localidades del Estado, Nexnopala/Altzayanca, al Noreste del Estado, Colonia Miguel Aldama/Españita, Oeste Colonia de San Manuel Tlalpan/Hueyotlipan, Oeste, El Rosario/Tlaxco, Norte y Atotonilco/Tlaxco Noreste con tres cultivos alternos, con productores que nos brindan la facilidad de realizar estos experimentos en las parcelas que utilizan para sus cultivos tradicionales de temporal, bajo el acuerdo de "un riesgo compartido", nosotros les proporcionamos las semillas y ellos aportaran los insumos y mano de obra, y al término del ciclo vegetativo, en caso de tener éxito con los cultivos, se seleccionarán los mejores ejemplares que se adapten a las condiciones, para obtener una semilla para el próximo ciclo de cultivo, esperando repetir este proceso para obtener un cultivo criollo adaptado a cada región y, el resto de la producción se le quedará al productor.

Los cultivos que se están empleando, para este ciclo agrícola primavera verano 2000, son Amaranto de la variedad Azteca (criollos de Tlaxcala y Distrito Federal) y Mexicano (criollos de Morelos y Puebla) que son más precoces, Girasol variedad Récord y Frijol Bayomex.

Se eligieron estos cultivos por su fenología, en particular, por su resistencia a algunos factores climatológicos adversos que se presentan en el Estado, por requerir períodos más cortos que el del maíz para su maduración y, además, por su amplia apertura en el mercado estatal y nacional.

ATM-18

### **CONSIDERACIONES SOBRE EL APROVECHAMIENTO DE LAS PREDICCIONES DE LOS IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS CAUSADOS POR LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA**

Carlos Gay y Víctor Magaña  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Nuestra capacidad para pronosticar fenómenos como El Niño, La Niña y aun para construir escenarios de Cambio climático ha crecido enormemente en los últimos años. Así mismo somos capaces de estudiar como estos fenómenos afectarían a diferentes actividades como la agricultura, la administración del agua, la administración de riesgo contra eventos extremos. También somos capaces de pronosticar lluvias hasta con 48 horas de anticipación con razonables probabilidades de éxito.

Ahora bien ¿qué se puede hacer con los pronósticos? ¿Quién los puede utilizar? Y ¿en qué términos?. Los investigadores están produciendo estos. Supongamos que producimos un pronóstico que

nos indica que se va a dar una sequía intensa en cierto lugar del país. O que va a llover intensamente en la parte sur del país. A quien se le presenta el pronóstico que mecanismo existe para la utilización de este. Que es un pronóstico oficial. ¿Existe este? ¿Cómo transmitir la información a los potenciales usuarios?

Nuestra intención es describir algunas experiencias con relación a la transmisión de estos pronósticos a ciertos usuarios: Campesinos de Tlaxcala, SEMARNAP, agencias de protección civil. Los problemas encontrados son entre otros: la inexistencia de los mecanismos adecuados para la transmisión y el aprovechamiento de la información, no se produce aparentemente información útil porque se desconocen los potenciales usuarios y sus necesidades específicas y la falta de instituciones que pudieran realizar los pronósticos y las aplicaciones de éstos de manera rutinaria.

Finalmente poner a consideración un esquema que permitiera el aprovechamiento de los pronósticos en la disminución de la vulnerabilidad de sectores y actividades productivas; así como de vidas Humanas.

ATM-19

### **BASES DE DATOS HISTORICOS (1973-1999) DE LAS ESTACIONES SINOPTICAS DE SUPERFICIE DE LA RED DEL SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL**

Abel Quevedo Nolasco y Ricardo Valencia Michimani  
Servicio Meteorologico Nacional

La Gerencia del Servicio Meteorológico Nacional, (GSMN), es la responsable de la medición y distribución de los servicios de información meteorológica y climatológica del País, tanto a Instituciones Nacionales Gubernamentales y Privadas, como a Organismos Internacionales como es la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Para ello la GSMN cuenta con una red de observatorios meteorológicos en el territorio Nacional que se encargan de realizar mediciones meteorológicas, que son transmitidas por diferentes medios de comunicación al Centro Nacional de Telecomunicaciones Meteorológicas (CNTM) conocido como Radio -XBA, la cual se encarga de la recolección de la información meteorológica para su distribución al Centro Meteorológico Mundial de Washington (CMMW) y a los usuarios nacionales e internacionales para su análisis y elaboración de pronósticos del tiempo, estudios hidrológicos, climatológicos, agrometeorológicos, etc. Actualmente se requiere hacer una difusión de la información sinóptica, acorde a las tecnologías disponibles que permitan su operación, manejo adecuado y sencillo por los usuarios de la misma.

Las observaciones sinópticas se realizan cada 3 horas las 24 horas del día los 365 días del año a los siguientes horas de meridiano de Greenwich: 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 y 21:00. Las mencionadas observaciones sinópticas comprenden los siguientes elementos: precipitación, evaporación, dirección y velocidad del viento, temperatura máxima y mínima del día, temperatura ambiente, temperatura del punto de rocío, presión al nivel de la estación y reducida al nivel del mar, visibilidad horizontal, cantidad de cielo cubierto, altura aproximada de la nube más baja, horas de insolación durante el día, radiación global y la temperatura mínima a 10 cm sobre el suelo. En CNTM se realizó la integración, organización validación, control y respaldo de la información meteorológica enviada de las 83 estaciones sinópticas

de superficie, que conforman esta red nacional de la GSMN.

Las ventajas que se tienen de contar con Disco Compacto con la información sinóptica son las siguientes:

- Dar la difusión necesaria al acervo histórico de información meteorológica con la cuenta el Servicio Meteorológico Nacional y ponerlo a disposición de los diversos usuarios, en medios ópticos.
- Ofrecer a los usuarios diversidad en el manejo y consulta de la información sinóptica con la ayuda de un programa denominado SINOPDB.
- Contar con un acervo histórico de mensajes sinópticos, que permite cubrir diferentes necesidades de información sinóptica del mismo Servicio Meteorológico Nacional y de otras dependencias nacionales e internacionales.
- Tener una estadística más detallada del comportamiento atmosférico, para fines de investigación y planeación urbana, agrícola, turística, económica, etcétera.
- Contar con información meteorológica decodificada, organizada y de fácil consulta para usuarios que no sean expertos en meteorología. Así también, atender con prontitud las demandas de datos que llegan al Centro Nacional de Telecomunicaciones Meteorológicas (Radio-XBA).

ATM-20

### **DISPONIBILIDAD DE LAS GUIAS DE EMPLEO DE CLAVES METEOROLOGICAS VIGENTES EN FORMATO ELECTRONICO**

Abel Quevedo Nolasco y Adolfo Portocarrero Resendiz  
Servicio Meteorologico Nacional

Los mensajes cifrados se emplean para el intercambio internacional de información meteorológica proporcionada por el Sistema Mundial de Observación de la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) y la información meteorológica proporcionada por el Sistema Mundial de Observación de la VMM. Los mensajes cifrados se emplean en el intercambio nacional y mundial de información observada y elaborada requeridas por las aplicaciones específicas de la meteorología a diversas actividades humanas.

Las claves meteorológicas (incluidas las claves binarias) son claves alfanuméricas y están constituidas por LETRAS SIMBOLICAS, que representan elementos meteorológicos o otros elementos geofísicos. En los mensajes, dichas letras simbólicas (o grupo de letras) se transcriben en cifras que indican el valor o el estado de los elementos descritos. Se han redactado especificaciones para las diversas letras simbólicas, con el propósito de poder transcribirías en cifras. En ciertos casos, la especificación de las letras simbólicas es suficiente para poder efectuar su transcripción directa en cifras. En otros casos es necesario recurrir a Cifras DE CLAVE cuyas especificaciones figuran en las TABLAS DE CIFRADO. Además se ha establecido un cierto número de PALABRAS SIMBOLICAS y GRUPOS DE CIFRAS SIMBOLICAS que se emplean como nombres de clave, palabras de clave, prefijos simbólicos o grupos indicadores.

Las reglas concernientes a la selección de las claves que se deben emplear para el intercambio internacional y la selección de

las palabras simbólicas, de los grupos de las cifras y letras simbólicas, figuran en el capítulo A.2.3 del Volumen 1 del Reglamento Técnico de la OMM (edición de 1988). Esas claves se especifican en la publicación OMM No. 306 (edición 1998), volumen 1 del Manual de claves.

El objetivo de la presente ponencia es dar a conocer los manuales vigentes de Códigos Meteorológicos por medios electrónicos, elaborados en el Centro Nacional de Telecomunicaciones Meteorológicas (Radio-XBA), como son los siguientes:

El Manual FM 12-XI SYNOP, describe la codificación de un reporte sinóptico de superficie, es un manual de consulta obligatoria por parte del personal que labora en los observatorios meteorológicos de superficie y en las estaciones climatológicas principales de la Red Sinóptica de Superficie de la Coordinación del Servicio Meteorológico Nacional.

El Manual FM 35-X TEMP, describe la codificación de un reporte de observaciones sinópticas de altitud, para informar la presión, temperatura, humedad y viento, provenientes de una estación terrestre fija de radiosondeo, dotada de personal o automática.

El Manual FM 71-X CLIMAT, describe la codificación de un reporte, para intercambiar promedios y totales de parámetros climatológicos, entre los Servicios Meteorológicos de las Naciones.

El Manual FM 75-X CLIMAT-TEMP, describe la codificación de un reporte mensual a partir de los datos diarios de los mensajes clave FM 35-X TEM, en sus Partes A, Sección 1 (Niveles obligatorios, identificados como TTAA). El mensaje sirve para reportar los valores promedio mensuales en altura desde una estación de radiosondeo.

El Manual CLIMEX-DECENAL, describe la codificación de un reporte resumen, durante un período de 10 días a partir de los datos diarios, este reporte se transmitirá al Centro Nacional de Telecomunicaciones Meteorológicas antes de los tres días siguientes, de haber concluido la decena. Es un reporte de carácter Nacional.

El Manual de CONTINGENCIAS VOLCÁNICAS, describe la codificación de un reporte de contingencia volcánica, que contiene información meteorológica (temperatura, humedad, presión atmosférica, visibilidad, precipitación, cobertura y tipo de nubes), e información del volcán (la presencia de emanación (fumarola o erupción, su color, longitud y orientación, la presencia de cenizas, su cantidad y color, si existen en la zona). Reporte de carácter Nacional.

ATM-21

### **UNA BASE DE DATOS DE PRECIPITACIÓN PARA LAS AMÉRICAS TROPICALES DEL HEMISFERIO NORTE**

Jorge Luis Vázquez Aguirre y Víctor O. Magaña Rueda  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

La variable meteorológica más importante es sin duda la precipitación, pues la disponibilidad de agua está determinada básicamente por las lluvias que se registren. La dinámica de los

fenómenos tropicales, extratropicales, y los de interacción entre trópicos y extratropicales exhiben patrones de actividad convectiva que son claramente identificables en las imágenes de satélite. Sin embargo, tales patrones no siempre permiten determinar la cantidad de lluvias, pues la identificación de las nubes y los efectos de mesoescala, como la componente orográfica de la lluvia deben ser considerados para ese fin.

Utilizando información disponible de estaciones de superficie, estimaciones por satélite y estimaciones de modelos, se elaboró una base de datos preliminar para la región de las Américas tropicales del Hemisferio Norte (sur de Estados Unidos, México, el Caribe, Centroamérica y norte de Sudamérica). Esta base de datos se encuentra en mallas regulares diarias con una resolución espacial de 50 km. El esquema de asimilación es el de interpolación con el método Krigging, el cual mostró mejores resultados que otros de interpolación bilineal o por pesos.

La calidad de los análisis de lluvias se establece primeramente de la comparación del valor en puntos de malla con las estaciones más cercanas. El siguiente paso consiste en analizar si los patrones de lluvia muestran continuidad en el tiempo, como bajo la presencia de un frente, o de una depresión tropical entrando a tierra. La presente base de datos permitirá realizar estudios detallados de la precipitación y los factores dinámicos que la generan, así como evaluar la calidad de las simulaciones numéricas de tiempo y clima.

ATM-22

### **IMPACTO EN EL PRONOSTICO DE LA PRECIPITACION EN MEXICO POR LA ASIMILACION DE DATOS METEOROLOGICOS CON EL MMS**

R.V. Hernández y E.S. Caetano  
Depto. de Meteorología Tropical, Centro Ciencias de la Atmósfera, UNAM

En nuestros días, la prevención de accidentes debido a sistemas hidrometeorológicos, que dan origen a intensas lluvias es de gran importancia, ya que han llegado a generar grandes inundaciones con daños materiales y principalmente pérdidas de vidas humanas. Debido a éstas consecuencias, una de las herramientas más útiles para contingencias sobre estos fenómenos es el utilizar modelos numéricos de la atmósfera de alta resolución para obtener pronóstico del tiempo. Estos modelos, son denominados modelos de mesoescala y requieren usualmente como condiciones de frontera e iniciales, salidas de modelos globales.

En numerosos estudios han demostrado que la combinación de las salidas de modelos globales de baja resolución y datos registrados por estaciones en superficie y sondeos atmosféricos, para alimentar un modelo de mesoescala (denominado asimilación de datos), puede mejorar significativamente el análisis meteorológico y generar por consecuencia un mejor pronóstico de las variables meteorológicas en el área de interés. El proceso, por el cual, la decodificación de información desde las observaciones distribuidas irregularmente dentro de una forma el cual es conveniente para el uso de la información dentro de estos modelos de pronóstico numérico es llamado análisis objetivo.

El objetivo principal en este estudio, es analizar el impacto de la asimilación de datos de superficie y principalmente datos de sondeos, en el pronóstico de la variable precipitación. Ya que

podríamos obtener una mayor integración en la vertical en el campo de humedad y esto reflejarse en los campos de lluvia. El modelo utilizado en este estudio será el modelo de mesoescala MM5 (PSU/UCAR Meso-scale Modeling System), para algunos eventos extremos en la precipitación ocurridos en la República Mexicana.

ATM-23

### EXPERIMENTOS DE PRONÓSTICO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL CON REDES NEURONALES

Tomás A. Casillas-Lavín<sup>1</sup>, Ramón López-Peña<sup>2</sup>, Tomás Morales-Acoltzi<sup>1</sup> y Javier Vitela-Escamilla<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

La motivación principal para la elaboración de este trabajo, consiste en aplicar métodos que se derivan de la Teoría de Sistemas Dinámicos, que nos permita extraer información cualitativa de la física del Tiempo/Clima, a partir de la serie de tiempo de precipitación.

Primero aplicamos un análisis espectral con wavelets, caracterizando la serie de tiempo de precipitación: a escala diaria, pentadal y mensual de Apizaco, Tlaxcala, con una longitud desde Septiembre de 1942 al 15 de Agosto del 2000.

Aplicamos un análisis de información mútua, a la serie de tiempo, para la reconstrucción del espacio de fase del sistema en estudio.

Determinamos los grados de libertad activos, asociados a la dimensión del atractor, así como el límite de predictibilidad inherente a la serie de tiempo.

Se procedió a la construcción de una red neuronal, cuya arquitectura, nos permitió reproducir la dinámica del atractor asociado a la serie de tiempo.

Realizamos experimentos de pronóstico de precipitación diaria(Tiempo) y a escala pentadal y mensual(Clima).

Presentaremos resultados de pronóstico con la red neuronal, comparando con datos observados y con resultados generados con un método empírico, desarrollado aplicando conceptos de "ensamble de análogos".

ATM-24

### ANALYSIS OF METEOROLOGICAL FIELDS ERRORS GENERATED BY THE USE OF MAP PROJECTIONS IN MESOSCALE MODELS

Marco A. Nunez<sup>1</sup> and Ernesto S. Caetano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa

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

Standard meteorological models such as MM5, ARPS, HOTMAC and RAMS use map projections to define the topography in a cartesian computational domain (1). This generates an error in the terrain elevation data that increases significantly with the magnitude of the horizontal model domain. For instance, a current operational application of MM5 in Mexico uses a Lambert projection to define a model domain of approximately 3330 X 3330

Km2 which generates a terrain elevation error reaching up to 200 km at the domain boundaries (1), (2).

In this work MM5 is used to compute meteorological fields with (i) the correct description of the Earth curvature and (ii) the incorrect one produced by the use of map projections. We analyse the error of meteorological fields as the horizontal domain increases when a mercator projection is employed to define the terrain elevation data.

(1) M.A. Nunez, Map projections and topography in atmospheric mesoscale modeling, submitted to Nuovo Cimento (May 2000).

(2) Pronostico Numerico Regional (MM5), Servicio Meteorologico Nacional and Instituto Mexicano de Tecnologia del Agua. <http://galileo.imta.mx/mm5/>

ATM-25

### INESTABILIDAD LINEAL DE FLUJOS SIMPLES SOBRE LA ESFERA

Ismael Pérez G. y Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Se desarrolla un algoritmo numerico para estudiar la inestabilidad lineal de flujos básicos que son soluciones exactas de la ecuación de vorticidad sobre la esfera. Se prueba el algoritmo con flujos zonales (especificados por polinomios de Legendre), las ondas Rossby-Haurwitz y modones. Los resultados se checan con varios criterios de estabilidad clásicos y los establecidos recientemente. Se realizan algunos experimentos preliminares con flujos mas complicados (datos reales).

ATM-26

### INVERSE METHODS APPLIED TO MASS-CONSISTENT MODELS FOR THE WIND FIELDS

Marco A. Nunez<sup>1</sup>, Ernesto S. Caetano<sup>2</sup> and David Castaneda V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa

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

A basic problem in meteorology is the estimation of meteorological fields on a limited region by using observed data. Among the fields of major interest one have the wind field by its application on wind energy converter systems, dispersion of pollutants and development of forest fires. One of the simplest methods to obtain a three dimensional wind fields are the Mass-Consistent Models which are based on the mass conservation as physical constraint.

However, this constraint involve the use of undetermined parameters associated to the deviations between the observed data and the final adjusted wind field. The numerical experience has shown that the final wind field depends critically on such parameters. Up to date there is no concensus about the way to obtain them. The aim of the present work is to discuss the application of inverse methods to compute these parameters by using additional boundary data as well as criteria to compute the first guess field.

ATM-27

## ASYMPTOTIC ANALYSIS OF MASS-CONSISTENT MODELS

Marco A. Nunez

Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa

Mass-Consistent represents a simple approach to generate three dimensional wind fields from observed data. The method consists in adjusting a first guess field with the dynamical constraint of nondivergence for the final wind field. The aim of the present work is to apply an asymptotic analysis to the primitive equations in order to determine the spatial region where the flow can be considered nondivergent. The asymptotic analysis based on the limit when both the Mach number and the Boussinesq number tend to zero, shows that the flow can be considered nondivergent only on a layer of at most 800 m height, whereas the usual application of Mass-Consistent considers computational domains with height up to 3 Km.

It is discussed the possibility of applying Mass-Consistent models in computational domains with a height up to 10 km when the flow is considered isochoric. The asymptotic analysis of the primitive equations when the Boussinesq approximation is used or the flow is isochoric allows us to determine additional dynamic constraints that are consistent with the approximations used.

ATM-28

## PECULIARITIES OF THE NORMAL MODE INSTABILITY FOR DIFFERENT TYPES OF THE MODONS ON A SPHERE

Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

E-mail: skiba@servidor.unam.mx

A conservation law for infinitesimal perturbations to a steady modon by Verkley (1984, 1987, 1990) or Neven (1992) is derived and used to obtain a necessary condition for its normal mode instability: the spectral number  $\chi_\psi = \eta_\psi / K_\psi$  of the amplitude  $\psi$  of each unstable normal mode  $\psi(t, \lambda, \mu) = \psi(\lambda, \mu) \exp\{vt\}$  must satisfy the condition

$$\chi_\psi^{-1} = \delta \chi_\sigma^{-1} + (1 - \delta) \chi_\alpha^{-1} \quad (1)$$

where  $\delta = \eta_\psi^{(o)} / \eta_\psi$  is the fraction of the perturbation enstrophy concentrated in the outer modon region  $S_{out}$  ( $0 \leq \delta \leq 1$ ),

$$\eta_\psi = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} \chi_n^2 \sum_{m=-n}^n |\Psi_n^m|^2, \quad \eta^{(o)}(t) = \frac{1}{2} \int_{S_{out}} |\Delta \psi|^2 dS,$$

$\chi_\alpha = \alpha(\alpha + 1)$ ,  $\chi_\sigma = \sigma(\sigma + 1)$ , and  $\alpha$  and  $\sigma$  are the degrees of the spherical harmonics representing the modon in its inner region  $S_{in}$  and outer region  $S_{out}$ . In particular, for each growing mode of a non-local modon by Verkley (1987) or Neven (1992), the number  $\chi_\psi$  of a is always between  $\chi_\sigma$  and  $\chi_\alpha$ . Besides,  $\chi_\psi = \chi_\alpha$  (or  $\chi_\psi = \chi_\sigma$ ) means that the mode enstrophy  $\eta_\psi$  is concentrated only in  $S_{in}$  (or  $S_{out}$ ). For Verkley's (1990) modon with uniform absolute vorticity in  $S_{in}$ ,

instability condition is  $\chi_\psi = \chi_\sigma$  (the enstrophy of each unstable mode is concentrated only in  $S_{out}$ ). Each unstable mode of a localized Verkley's (1984) modon satisfies (1) and the conditions

$$\delta < \delta_{cr} = |\chi_\sigma| (\chi_\alpha + |\chi_\sigma|)^{-1} < 1, \quad \chi_\psi = \chi_\alpha (1 - \delta / \delta_{cr})^{-1} \geq \chi_\alpha$$

Thus  $\delta_{cr}$  decreases as the modon degree  $\alpha$  grows. In particular, if amplitude vorticity  $\Delta \Psi$  of a mode equals to zero in  $S_{in}$  ( $\delta = 1$ ) then the mode is neutral. In contrast, for a modon with uniform absolute vorticity, the same situation means that its mode satisfies the instability condition.

It is also shown that the rate of the unstable modes is bounded and depends on the maximal velocity  $C = \max_S |\vec{U}|$  and degrees  $\alpha$  and  $\sigma$  of the modon, as well as on  $\delta$ . In particular,

$$|v_r| \leq C \max\{\chi_\alpha, |\chi_\sigma|\} \left\{ \delta \chi_\sigma^{-1} + (1 - \delta) \chi_\alpha^{-1} \right\}^{1/2}$$

for the non-local modon by Verkley (1987) or Neven (1992),

$$|v_r| \leq C \max\{\chi_\alpha, \chi_\sigma\} \chi_\sigma^{-1/2}$$

for the modon with uniform absolute vorticity, and

$$|v_r| \leq C \max\{\chi_\alpha, |\chi_\sigma|\} \chi_\alpha^{-1/2} (1 - \delta / \delta_{cr})^{1/2}$$

for the isolated modon.

ATM-29

## MAP PROJECTIONS AND TOPOGRAPHY IN ATMOSPHERIC MESOSCALE MODELING

Marco A. Nunez

Universidad Autonoma Metropolitana, Iztapalapa

Digital Elevation Models (DEM) of the Earth surface are given with respect to an ellipsoidal Earth model. Most present day models which reflect the state of the art of mesoscale modeling such as RAMS (1), MM5 (2), ARPS (3) and HOTMAC (4), use conformal map projections to represent the Earth surface on a plane surface and to generate a DEM on a cartesian regularly-spaced computational grid. The procedure consists in applying a map projection to each point on a spherical Earth model to get a point (X,Y) on the cartesian model domain, then it is assumed that the correct terrain height Z on (X,Y) is the corresponding data H on the spherical Earth model. In this work we propose a method to get a DEM on the cartesian model domain whose accuracy is similar to that of the original DEM on a spherical or ellipsoidal Earth model (5). This method is used to carry out an error analysis of the digital elevation models obtained via map projections in mesoscale modeling. It is shown, for instance, that a current operational application of MM5 to the Mexico area (6) has a terrain elevation with an error which reaches up 200 km at the boundary model domain.

- (1) Pielke R.A. *et al.* A comprehensive Meteorological Modeling System: RAMS; Meteorol. Atmos. Phys. 49, pp. 69/91 (1992).

- (2) Grell G.A., Duhia J. and Stauffer D.R., A Description of the Fifth-Generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5), NCAR Technical Note, NCAR/ TN-398 STR.
- (3) M. Xue, K.K. Droegemeler, V. Wong, K. Brewster, Advanced Regional Prediction System (ARPS) Version 4.0 User's Guide, 1995.
- (4) Brown J.M. and Williams M, HOTMAC Input Guide. Internal Report, LA-UR-98-1365, Los Alamos National Laboratory, 1998.
- (5) M.A. Nunez, Map Projections and Topography in Atmospheric Meso-scale Modeling, submitted to Nuovo Cimento (May 2000).
- (6) Pronóstico Numérico regional (Modelo MM5), Servicio Meteorológico Nacional and Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, <http://galileo.imta.mx/mm5/>

Como un ejemplo de la importancia de cada región, representada por las estaciones, por ejemplo, Tlaxco al terminar el período húmedo terminan las condiciones adecuadas desde el punto de vista térmico, a pesar de marcar aún un período vigente de crecimiento, por lo que debe de considerarse cada región en forma integral en cada una de sus variables.

Con el análisis realizado en esta investigación se ha logrado caracterizar al territorio del estado de Tlaxcala con regiones con diferente potencial agrícola.

Como todo el análisis anterior está en función de la precipitación, se desarrolló y aplicó un método empírico de pronóstico de precipitación pluvial quincenal, combinando las series de tiempo disponibles de temperaturas de superficie del mar, con conceptos modernos como ensamble de soluciones de sistemas climáticos.

ATM-30 CARTEL

### **EFECTO DEL RIESGO CLIMÁTICO Y SU PREDICCIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA EN EL ESTADO DE TLAXCALA**

Leonel Pérez R., Tomás Morales A., José Jiménez L.,  
Maricela Hernández V., Justino Lezama G. y Saturnino  
Orozco F.

Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas, Universidad  
Autónoma de Tlaxcala

Se realizó una prueba de bondad de ajuste a las series de tiempo de precipitación, a escala pentadal, logrando caracterizar el grado de complejidad registrado en cada una de las estaciones, por ejemplo, Atlangatepec y Tlaxcala Capital, que corresponden a un sistema semi-aislado, la distribución normal resultó ser la mejor ajustada, y en las seis estaciones restantes, se ajustó la distribución de Galton, que como es sabido corresponde a datos no simétricos.

Al aplicar la prueba de bondad de ajuste a las series de tiempo de probabilidad de ocurrencia de heladas, Tardías y Tempranas, también, se logró caracterizar el grado de complejidad registrado en cada una de las estaciones, por ejemplo, Tlaxcala Capital, que corresponden a un sistema semi-aislado, la distribución Normal-Normal resultó ser la mejor ajustada, y Galton-Normal para Apizaco, Atlangatepec, Españita, Ixtacuixtla y huamantla, y Galton-Galton para Tlaxco y Tepetitla. Solo la estación de Tlaxcala Capital muestra el carácter de sistema semi-aislado, así como el carácter más complejo para Tlaxco y Tepetitla.

De los resultados obtenidos, se puede observar que hay una variación en cuanto al número de días disponibles de período de crecimiento de cada estación lo que hace importante este estudio, por su potencial de aplicación.

Para recomendar cajones libres de heladas, con agua disponible y condiciones de temperatura apropiada para los cultivos, que sean realmente indicativo de condiciones favorables debe analizarse en forma integral: período libre de heladas, período de crecimiento, húmedo y de temperatura adecuada al cultivo.