

Resumen del Clima de la Frontera

Border Climate Summary

Publicado: 8 de Octubre de 2008

Cambio climático en el Monzón Norteamericano

TEREZA CAVAZOS, CICESE,
ENSENADA, B.C., MÉXICO

Cambios observados en el Monzón Norteamericano (NAM)

El clima de verano del noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos varía fuertemente de un año a otro (interanualmente) y la característica más notable de la temporada es el Sistema del Monzón Norteamericano (NAMS). El NAMS se caracteriza por un cambio distintivo de vientos de oeste a este en los niveles medios de la atmósfera debido al fuerte contraste entre las temperaturas del mar y la tierra. Este contraste produce un rápido comienzo de las lluvias en junio en el noroeste de México, extendiéndose hacia el suroeste de Estados Unidos en julio. Entre el 40% y 80% de la lluvia anual ocurre durante la temporada del monzón, junio-septiembre, con los mayores porcentajes hacia el sur en México.

La lluvia del monzón frecuentemente se suplementa con el paso de ciclones tropicales, los cuales algunas veces causan daños severos, pero también ayudan a recargar las reservas de agua principales en la región fronteriza. Los cambios en la lluvia de verano pueden tener grandes impactos socioeconómicos en la agricultura y ganadería. Más aún, de acuerdo a la Comisión Nacional de Agua (CNA, 2004), muchos de los acuíferos en el noroeste de México ya están sobre-explotados y hay un grado extremo de presión en los recursos hídricos (por ejemplo, entre 40%-77% del agua natural promedio ya ha sido usada). Por lo tanto, aún sin el cambio climático, la disponibilidad de agua es un problema en la región si la población continúa incrementándose. La proyección de disponibilidad de agua para el 2020 en el norte de México y la cuenca del Río Grande/Río Bravo es menor de 1,000 m³/habitante/año—el límite de

continuación página 3

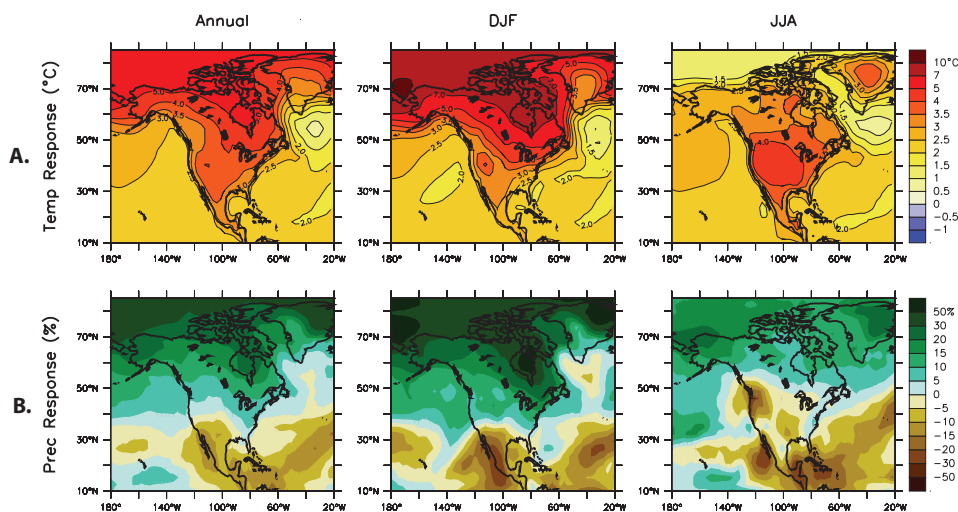


Figura 1. Cambios en la precipitación y temperatura proyectados sobre Norteamérica, promediados sobre 21 modelos. Fila superior: cambio anual, invernal (diciembre-febrero) y de verano (junio-agosto) entre 2080-2099 menos 1980-1999. La fila de abajo: lo mismo que la superior, pero para el cambio porcentual de la precipitación. Fuente: IPCC (2007).

Revisión preliminar del NAM de 2008

DAVID J. GOCHIS, NATIONAL CENTER
FOR ATMOSPHERIC RESEARCH,
BOULDER, CO

Aunque las lluvias de verano continúan en el otoño, la corta duración de los días de septiembre es un recordatorio de que la temporada del monzón de 2008 pronto terminará. Por lo tanto, es un buen momento para hacer una primera revisión de lo que ha sucedido durante esta temporada y evaluar la habilidad de los pronósticos del Experimento del Monzón Norteamericano (NAME) y del Foro de Pronósticos del NAME (NFF).

Una rápida revisión

Una disminución de las condiciones de La Niña (temperaturas de la superficie del mar tropical más frías que el promedio) en la parte central y oriental del Océano Pacífico y temperaturas del suelo más caliente que el promedio en el oeste de México y el suroeste de los Estados Unidos ayudaron a establecer un comienzo del Monzón Norteamericano modestamente temprano y robusto a mediados y finales de junio.

Los mapas de acumulación de precipitación promediados regionalmente derivados del NFF (Figura 1) muestran una progresión de la lluvia hacia el norte, comenzando a principios y mediados de junio en el centro y suroeste de México (Regiones 4 y 5), y moviéndose del oeste al norte a finales de junio (Regiones 1-3). El mes de julio trajo

continuación página 5

Resumen Ejecutivo

En General – La humedad de la tormenta tropical y del monzón de verano incrementó la humedad del suelo y escurrimientos a través de gran parte de la región fronteriza. Los pronósticos proyectan un otoño y principios de invierno muy seco en el norte de México, y grandes posibilidades de una precipitación por debajo del promedio para los estados fronterizos de Estados Unidos.

Temperatura – Las temperaturas de la temporada de verano en la región fronteriza Estados Unidos-México han estado cerca del promedio, excepto por el sur de California. Las temperaturas de agosto fueron más frías que el promedio en el norte de Sonora y Chihuahua.

Precipitación – La región fronteriza donde Arizona, Nuevo México, Sonora y Chihuahua se juntan recibió precipitación de la temporada de verano por arriba del promedio. Las tormentas tropicales trajeron precipitación de verano por arriba del promedio a Baja California Sur y las costas de Sonora y Sinaloa, especialmente durante el mes de Agosto.

Pronóstico de temperatura – Altas posibilidades de temperaturas más calientes que el promedio son pronosticadas para el otoño y principios de invierno.

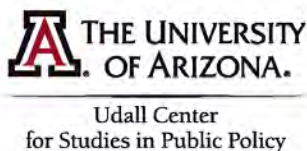
Pronóstico de precipitación – Los pronósticos predicen una precipitación por debajo del promedio en otoño y principios de invierno en la región fronteriza, desde el este de California/Baja California hasta el oeste de Texas/noreste de Chihuahua.

ENSO – Temperaturas neutrales en el Océano Pacífico ecuatorial son esperadas durante el resto del año 2008.

THE UNIVERSITY OF ARIZONA®

Arizona's First University.

INSTITUTE FOR THE STUDY
OF PLANET EARTH



Funding for the Border Climate Summary/Resumen del Clima de la Frontera was provided by Inter American Institute for Global Change Research (IAI) and the NOAA Sector Applications Research Program.

Aclaración de responsabilidades– Este paquete contiene pronósticos climáticos oficiales y no oficiales, así como otra información. Aunque se hacen todos los esfuerzos para verificar esta información, por favor entiéndase que nosotros no podemos garantizar la precisión de cualquiera de estos materiales. El usuario asume el riesgo relacionado al uso de estos datos. CLIMAS se deslinda de cualquier y todas las garantías, ya sea expresadas o implícitas, incluyendo (sin limitación) cualquier garantía implícita de comercio para un propósito en particular. En ningún caso CLIMAS ó la Universidad de Arizona serán responsables de daños o pérdidas de ganancias personales o de terceros, por cualquier uso directo o indirecto, incidental, consecuencial o especial de esta información.

Contenido::

- 1 Cambio Climático en el Monzón Norteamericano
- 1 Revisión preliminar del NAM de 2008
- 2 Resumen Ejecutivo
- 6 Ciclones Tropicales en el Pacífico Oriental
- 8 ¿Cuándo comenzó la temporada del monzón?

Condiciones Recientes

- 10 Temperatura
- 11 Precipitación
- 12 Índice de Precipitación Estandarizada
- 13 Monitor de la Sequía de América del Norte

Pronósticos

- 14 Pronóstico de Temperatura
- 15 Pronóstico de Precipitación
- 16 ENSO

Personal:

Michael Barnes, NOAA Graduate Fellow
Tereza Cavazos, CICESE Research Scientist
Rolando Diaz, UA Graduate Research Assistant
Stephanie Doster, ISPE Associate Editor
Luis Farfan, CICESE Research Scientist
Gregg Garfin, ISPE Deputy Director for Outreach
David Gochis, NCAR Research Scientist
Kristen Nelson, ISPE Associate Editor
Andrea Ray, NOAA Research Scientist
Kate Sammler, UA graduate research assistant



Cambio Climático, continuación

escasez de agua de las Naciones Unidas (SEMARNAT, 2001).

Entre los cambios climáticos documentados en la región del monzón durante el último cuarto del siglo XX se reporta un incremento estadísticamente significativo en las temperaturas de la superficie en el suroeste de los Estados Unidos y el noroeste de México (Karoly y Wu 2005). Tal incremento debería tener un efecto en el contraste entre las temperaturas del mar y del suelo, el cual influye en la posición del anticiclón de altura (alta presión en los niveles superiores de la atmósfera) asociado al monzón y, por lo tanto, en el comienzo e intensidad de las lluvias monzónicas. Sin embargo, estas conexiones todavía necesitan investigarse más meticulosamente.

Se ha argumentado que el impacto del cambio climático se sentirá más fuertemente a través de cambios en los extremos de precipitación más que en la precipitación promedio. En la región del monzón, hay evidencia de que la frecuencia y la cantidad anual de precipitación intensa se incrementaron significativamente en los últimos 25 años del siglo XX. La precipitación diaria se considera intensa (o extrema) si se encuentra en el 5 por ciento superior de los valores de precipitación histórica para ese día. Las razones posibles para estos incrementos incluyen un incremento en la frecuencia de los eventos de El Niño, los cuales aumentan la humedad de invierno en la región fronteriza, y una fase positiva de la Oscilación Decenal del Pacífico (ODP). La ODP describe cambios de 15 a 30 años en la circulación del Océano Pacífico; una ODP positiva, como el Niño, incrementa el flujo de humedad hacia la región fronteriza durante el invierno. Sin embargo, parece que mientras la temporada del monzón se ha vuelto más corta, la intensidad de los eventos de precipitación fuerte se han incrementado significativamente. En la región del NAM, la precipitación extrema puede resultar

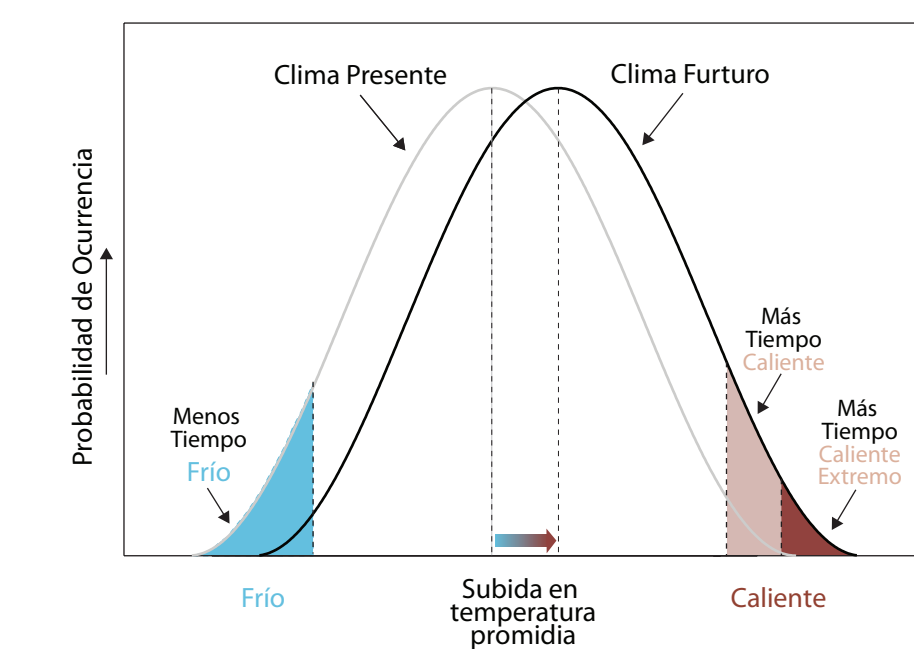


Figura 2. Incremento en la probabilidad de extremos en un clima más caliente. El diagrama muestra cómo la distribución de temperaturas cambiará en un mundo más caliente. La distribución de temperatura actual (línea gris) define lo que actualmente consideramos ser caliente o frío. Aún un incremento relativamente pequeño en la temperatura promedio cambiará la distribución de temperaturas hacia un rango más caliente, lo cual incrementará grandemente las posibilidades de ocurrencia de temperaturas máximas extremas. Fuente: Graphica modificado de CCSP 2008.

de una fuerte actividad convectiva asociada al monzón o del paso de ciclones tropicales. Algunas características de la circulación atmosférica, tales como las ondas del este (las cuales se mueven en la atmósfera de este a oeste sobre el Océano Atlántico y el Golfo de México y se asocian con la actividad ciclónica tropical), la sobrecarga de humedad (que transporta humedad del océano hacia tierra firme) y las depresiones invertidas (sistemas de tormenta de baja presión que viajan de este a oeste) son comunes durante el verano e influyen tanto en los ciclones tropicales como en la actividad monzónica. Una investigación reciente del CICESE (en revisión) indica que las precipitaciones fuertes se incrementaron significativamente en las montañas de la Sierra Madre Occidental (en el núcleo de la región del monzón) a finales del siglo XX debido a la influencia de las lluvias extremas derivadas de ciclones tropicales.

El Cuarto Informe de Evaluación del IPCC

El cuarto informe de evaluación (AR4)

del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), publicado en el 2007, establece que los modelos climáticos globales (GCMs) proporcionan estimaciones cuantitativas creíbles del cambio climático futuro a escalas continental, hemisférica y global (IPCC 2007). El AR4 además documenta que las estimaciones de los GCMs son mejores para la temperatura que para la precipitación. La confianza en las proyecciones de los GCMs viene del fundamento de los modelos en principios físicos aceptados y en su habilidad para reproducir características observadas de cambios en el clima actual y del pasado. Sin embargo, los GCMs aún tienen limitaciones significativas debido a su burda resolución espacial, con tamaños de celda de 150 km a 350 km. Consecuentemente, los GCMs están limitados en su representación de procesos físicos regionales como las nubes, los cuales producen incertidumbres en la magnitud y fase de ocurrencia del cambio climático proyectado.

continuación página 4



Cambio climático, continuación

El entendimiento teórico científico del sistema climático es incompleto; por lo tanto, los modelos climáticos aún no son perfectos y, como se documenta en el AR4, los GCMs tienen algunos sesgos sistemáticos, especialmente en la simulación de la precipitación regional y en áreas de topografía compleja, tales como la región del NAM y los trópicos. El AR4 trata con el problema de las predicciones inconsistentes, que resultan del uso de diferentes modelos, tomando el promedio de todos los modelos como la mejor estimación para el cambio futuro. A escala global, el promedio de los multi-modelos (ensamble) supera el resultado de cualquier modelo climático individual, posiblemente porque cada modelo tiene sus propias fortalezas y debilidades.

Proyecciones de Cambio Climático en la región del NAM

El capítulo 11 del reporte de ciencia física del AR4 (IPCC, 2007) documenta proyecciones regionales de cambios de temperatura y precipitación (2080–2099 menos 1980–1999) para Norteamérica bajo el escenario de emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) A1B. En este escenario, las emisiones de GEI se duplican y la población mundial continúa creciendo a una tasa rápida hasta aproximadamente el 2070. Para la región del NAM, las proyecciones climáticas del ensamble del multi-modelo para finales de este siglo muestran incrementos en la temperatura de entre 2.5 y 4 grados Celsius cuando se compara con temperaturas de 1980–1999 (Figura 1a). Para la temporada de verano (Junio-Julio-Agosto, “JJA”) esto significa temperaturas máximas más extremas (Figura 2), más evaporación y posiblemente golpes de calor de más duración e intensidad. Con temperaturas más altas sobre la parte continental de Estados Unidos en JJA, el anticiclón del monzón podría moverse más hacia el norte, reduciendo la cantidad de lluvia en las áreas costeras del noroeste de México (Figura 1b, pero como se mencionó al principio, aún no hay estudios

suficientes que expliquen las consecuencias atmosféricas de un mayor calentamiento sobre la tierra que sobre el océano. En el suroeste de los Estados Unidos los cambios proyectados en la precipitación son relativamente pequeños durante el verano, pero las proyecciones de los GCMs no muestran un acuerdo fuerte y consistente sobre si la precipitación en esta región se incrementara o decrecerá (no se muestra). Además, un aumento en las temperaturas de invierno y primavera podrían producir más eventos de lluvia extrema, menos nieve en las montañas más evaporación y un secado más rápido de la humedad del suelo, el cual a su vez puede promover sequías e incendios. El panorama general indica que a escala anual la región del NAM será más seca y más caliente de lo que es ahora.

Incertidumbres de las proyecciones climáticas en la región del NAM

Las proyecciones climáticas del ensamble del AR4 muestran una circulación-monzónica significativamente más débil en las regiones donde ocurren los monzones a nivel mundial, debido a factores causados por el hombre. Sin embargo, los científicos no están seguros de estas proyecciones, porque todavía hay grandes incertidumbres con respecto a la habilidad de los modelos para reproducir con exactitud los patrones de la circulación atmosférica y la precipitación de la temporada de verano. Los sistemas monzónicos a escala global involucran circulaciones entre los trópicos y subtrópicos y dependen de muchos factores, incluyendo interacciones regionales entre la atmósfera y el océano; procesos superficiales tales como la cantidad de cobertura de nieve invernal; e influencias interanuales y decenales, tales como El Niño y la ODP. Las proyecciones del ensamble del AR4 indican un posible cambio hacia condiciones promedio de El Niño, con el Pacífico oriental más caliente que el Pacífico occidental; sin embargo, muchos modelos no simulan adecuadamente las temperaturas del océano en la región donde se desarrolla El Niño.

Se han desarrollado técnicas dinámicas (basadas en modelos físicos) y estadísticas para reducir la escala de los modelos (downscaling) con la finalidad de superar algunos de los sesgos y limitaciones que tienen los GCMs a escala regional; estas técnicas se aplican directamente a los estudios de evaluación de impactos climáticos. Sin embargo, antes de usar estas técnicas es importante primero validar los GCMs con una serie de métricas observadas que caractericen el clima de la región a estudiar. En el caso del NAM, solo tres trabajos han evaluado algunos modelos del IPCC usando métricas intra-estacionales (dentro de la temporada) e interanuales asociadas al monzón. Estos estudios encontraron que los modelos individuales varían en su habilidad para reproducir los patrones observados de la presión atmosférica, de la temperatura superficial del aire y la precipitación sobre la región del NAM. Por lo tanto, es necesario que la comunidad científica desarrolle una lista de métricas comunes para evaluar la credibilidad de las proyecciones climáticas de los GCMs en la región del NAM.

Referencias

- CNA (Comisión Nacional del Agua), 2004. Chapter 3: The state of water resources in México. In *Statistics on Water in México*, Second English Edition, México.
- CCSP, 2008. Weather and Climate Extremes in a Changing Climate. A Report of the U.S. Climate Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. [Thomas R. Karl, G. A. Meehl, C. D. Miller, S. J. Hassol, A. M. Waple, and W. L. Murray (eds.)]. Department of Commerce, NOAA's National Climatic Data Center, Washington, D. C., USA, 164 pp.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth



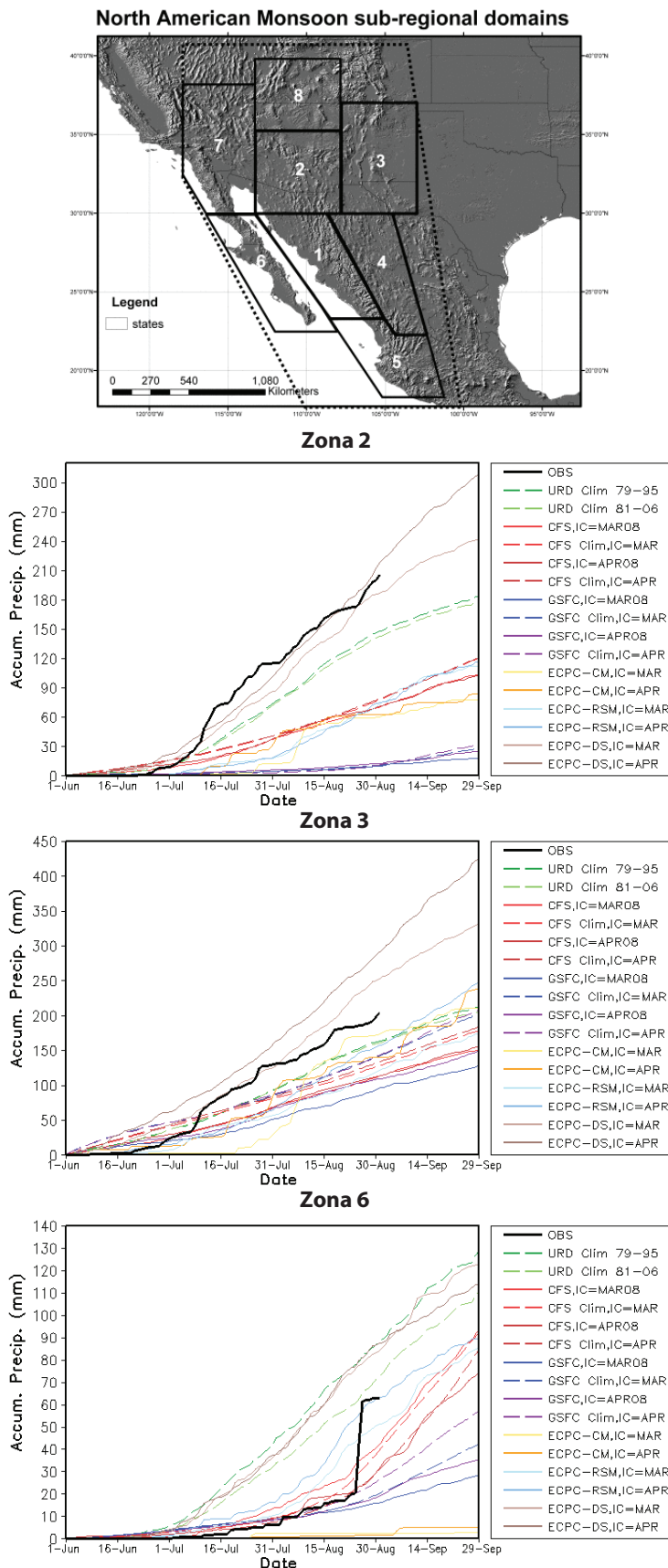


Figura 1. Regiones del Monzón Norteamericano. Las gráficas muestran la precipitación pronosticada y observada promediada regionalmente al 1 de septiembre de 2008. Las líneas gruesas en las gráficas muestran la precipitación acumulada observada; las líneas punteadas verdes y delgadas muestran dos estimaciones de la precipitación acumulada promedio. Todas las otras líneas muestran diferentes pronósticos de las corridas de los modelos.

Revisión, continuación

precipitación abundante y todas las regiones experimentaron incrementos significativos, con las regiones del oeste y más al norte (Regiones 7 y 8) acumulando considerable precipitación para la mitad y finales de julio.

Durante el mes de julio y la mitad de agosto, la circulación atmosférica del monzón se encontraba bien establecida, lo cual permitió una entrada abundante de humedad del Golfo de California y el Golfo de México hacia el interior de la región. Esto resultó en una lluvia por arriba del promedio en casi todas las regiones del monzón. En la Región 3 ocurrió un período particularmente activo cuando los remanentes de Huracán Dolly azotaron el valle del Río Grande y las zonas fronterizas de Chihuahua y Nuevo México. Otra serie de eventos aislados de lluvia fuerte golpeó con fuerza el norte de Arizona el 17 de Agosto. Cerca de una semana antes, la Tormenta Tropical Julio incrementó rápidamente la precipitación acumulada en Baja California (Región 6) y, al momento de escribir este reporte, es la única tormenta del Pacífico en el 2008 que ha tocado tierra y que ha producido una precipitación significativa.

Evaluando los pronósticos del monzón

Además de la precipitación observada y acumulada en promedio que se muestra en la Figura 1, las líneas adicionales representan la acumulación de precipitación pronosticadas para cada región por diversos modelos de pronóstico del clima que fueron corridas antes de la temporada del monzón. Un ejemplo de la evaluación de dos de estos modelos compara el porcentaje de la precipitación acumulada en promedio para julio de 2008 (Figura 2). Nótese que las figuras del modelo indican el porcentaje de la lluvia de julio 2008 comparado con el promedio del modelo de largo plazo. Cada uno de los modelos de pronóstico muestra algunas

continuación página 9



Revisión, continuación

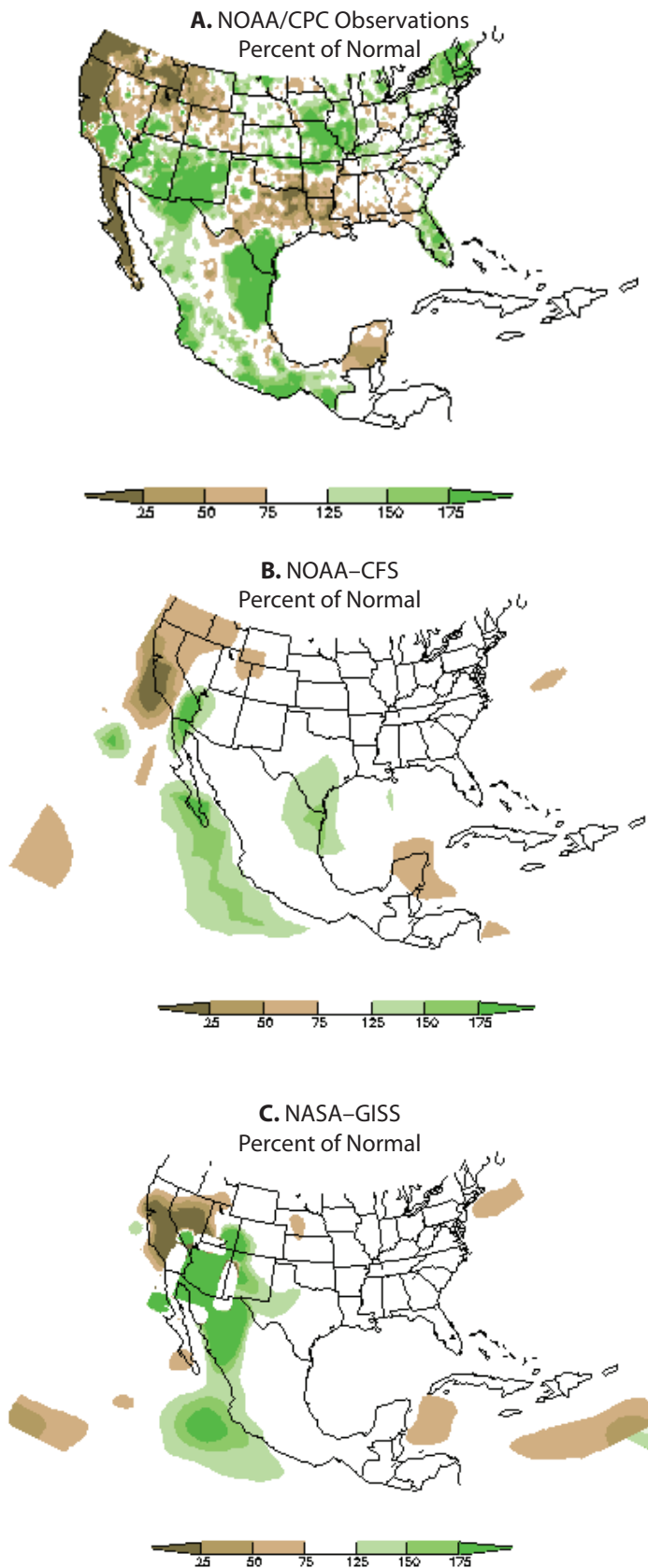


Figura 2. Mapas del porcentaje de precipitación promedio total para julio de 2008: (a) observaciones del Centro de Predicción Climática de la NOAA, (b) el modelo NOAA CFS y (c) el modelo NASA GISS. Los modelos de pronóstico fueron inicializados con las condiciones del 15 de abril.

Ciclones Tropicales en el Pacífico Oriental

LUIS FARFAN, CICESE

La temporada de ciclones tropicales de 2008 ha resultado en 10 ciclones tropicales con nombre asignados en el Océano Pacífico Oriental desde finales de mayo hasta agosto (Figura 1). Cada trayectoria dibujada en la Figura 1 representa el centro del ciclón durante su ciclo de vida. Puestas juntas todas las trayectorias proporcionan una visión integrada para determinar las áreas geográficas que fueron afectadas.

Este año, el Huracán Dolly fue una excepción a los sistemas del Pacífico Oriental. La trayectoria del Dolly, desde la cuenca del Atlántico, muestra cómo se movió a través de la Península de Yucatán y el Golfo de México antes de disiparse cerca de la frontera México-Estados Unidos a finales de julio (Hernández y Bravo, 2008).

En el lado del Pacífico Oriental, casi todos los sistemas se desarrollaron lejos de la costa Mexicana. Sin embargo, en agosto, la Tormenta Tropical Julio tocó tierra sobre el Noroeste de México y se movió a través del centro de la Península de Baja California, alcanzando la parte norte del Golfo de California. Julio fue primero detectado como la Depresión Tropical 11-E al este de la Isla Socorro (18.8°N, 111.0° O) y estuvo activa del 23 al 26 de Agosto. Mientras se movió hacia el norte, fue subiendo de grado de una depresión a una tormenta tropical y tocó tierra justo en el oeste de La Paz, Baja California Sur. El paso de la tormenta en tierra generó lluvias muy fuertes e inundaciones sobre algunas porciones

continuación página 7



Ciclones, continuación

de la península central. Estas condiciones además estuvieron asociadas con daño de propiedad, cierre de carreteras y evacuación de comunidades ubicadas en algunas cuencas en riesgo.

Durante los últimos 38 años, un número significativo de ciclones tropicales se han desplazado sobre el noroeste de México. Las regiones más afectadas fueron el sur de la península de Baja California y tierra continental desde Nayarit hasta Sonora. Estudios realizados en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CI-CESE; <http://www.cicese.mx>) revelan

una tendencia a que los ciclones tocan tierra peninsular de finales de agosto a principios de octubre, mientras los eventos más fuertes que tocan tierra continental tienden a ocurrir ligeramente después, de mediados de septiembre hasta todo el mes de octubre. Un elemento que favorece este patrón es el desarrollo de los vientos del oeste de la latitud-media, típico de otoño, el cual se mueve a tierra desde el Océano Pacífico. Esto significa que el noroeste de México y la frontera México-Estados Unidos pueden aún experimentar al menos una tormenta en septiembre y otra en Octubre de 2008.

Referencia

Hernández, A and MGC.Bravo, 2008. Reseña del huracán “Dolly.” Temporada 2008 de Ciclones Tropicales. Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA. <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2008/atlantico/dolly/dolly.pdf>

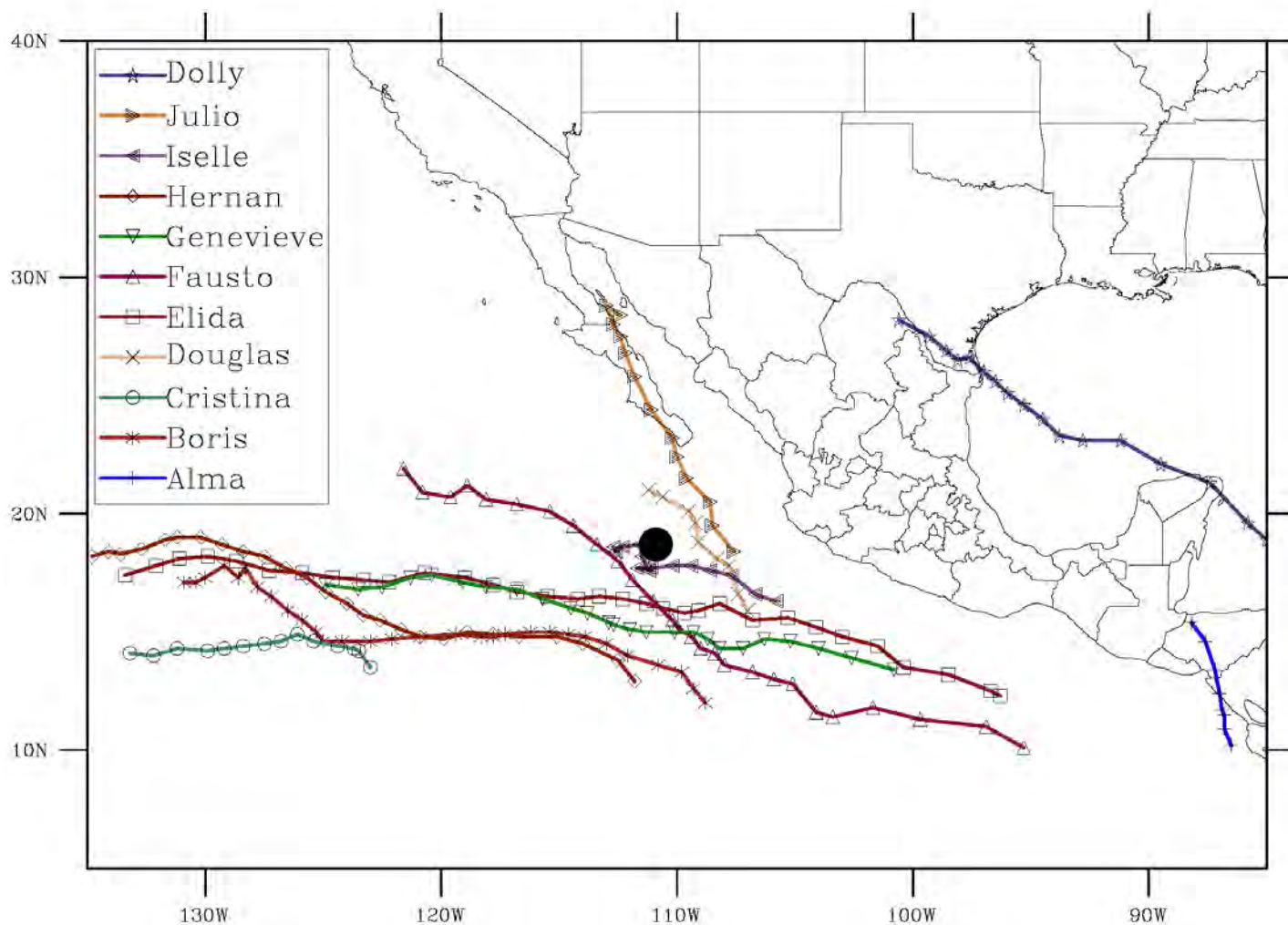


Figura 1. Trayectorias de los ciclones tropicales con nombre. Publicado por el Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos, Miami, Florida.



¿Cuándo comenzó la temporada del monzón?

MICHAEL BARNES, HYDROLOGY AND WATER RESOURCES, UA; DAVID J. GOCHIS, NCAR; ANDREA RAY, NOAA EARTH SYSTEMS LABORATORY

El inicio del Monzón Norteamericano (NAM) es muy significativo para el combate de incendios, energía, transportación, agricultura y otros sectores claves. Sin embargo, los métodos existentes para calcular el comienzo del monzón, que han sido derivados usando medidas absolutas localmente relevantes, fallan en medir los cambios atmosféricos de gran escala que crean las condiciones favorables para la formación de las tormentas del monzón.

En el 2004, Zeng y Lu (ZL) de la Universidad de Arizona desarrollaron un índice de comienzo del monzón que es generalmente aplicable a los climas del monzón alrededor del mundo. El índice usa un conjunto de datos globales diarios de agua precipitable (definido como la cantidad de vapor de agua en la atmósfera sobre una región de la tierra) en un procedimiento matemático diseñado para detectar cambios estacionales en la humedad atmosférica que sean fuertes y persistentes. En casi todas las regiones del monzón, incluyendo el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos, el índice de agua precipitable identifica adecuadamente el comienzo del monzón, proveyendo una técnica objetiva para evaluar toda la región.

Usando el conjunto de datos del Re-análisis Regional Norteamericano (NARR), el cual retrata con más precisión características topográficas regionales y litorales que el conjunto de datos usado por ZL, aplicamos los métodos de ZL a la región del NAM para el período de registro del NARR, 1979–2006 (Figura 1). Hay una progresión clara de la fecha de comienzo aproximadamente del 1 de Junio en el centro de México a finales de Julio en

las regiones del desierto de la parte más baja del Valle del Río Colorado. A lo largo de la frontera Sonora-Arizona, hay un gradiente este-oeste débil con fechas de comienzo que van desde principios hasta mediados de Julio. Las fechas de comienzo en la Sierra Madre Occidental del oeste de México son consistentes con los acontecimientos tempranos de lluvia en las regiones de elevación alta, comparado con los desiertos que lo rodean. Sobre todo, los resultados obtenidos usando el conjunto de datos del NARR

perfecciona la descripción geográfica del comienzo del monzón. A principios del 2009 planeamos aplicar el índice de ZL a los pronósticos estacionales del Foro de Pronósticos Experimentales del Monzón del Norteamericano. Los pronósticos usando el índice de ZL informarán a los administradores del agua y suelo regionales cuándo la humedad del monzón probablemente entre a la

continuación página 9

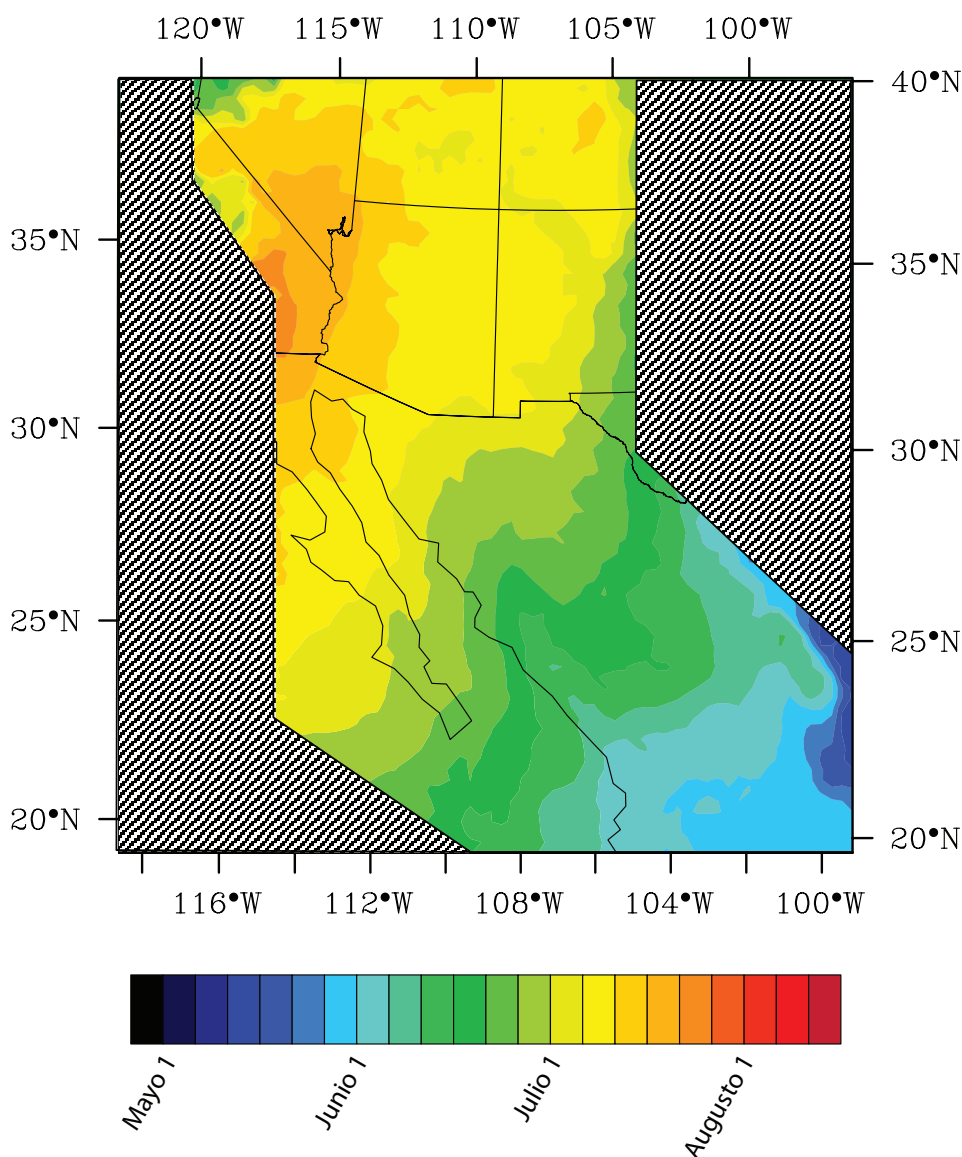


Figura 1. Fecha de comienzo de monzón promedio estimada usando el índice de comienzo de Zeng y Lu aplicada para el conjunto de datos del Re-análisis Regional Norteamericano. Las aéreas sombreadas indican regiones que típicamente no están bajo la influencia del Monzón.



Cambio climático, continuación

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

Karoly, D. J., and Q. Wu, 2005. Detection of regional surface temperature trends, *J. Climate*, 18, 4337–4343.

SEMARNAT, 2001: México, Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Comité Intersecretarial sobre Cambio Climático, 2001, México, ISBN 968-817-494-7. <http://www.ine.gob.mx>.

Revisión, continuación

habilidades, tales como más seco que las condiciones promedio en el Noroeste de los Estados Unidos y más húmedo que las condiciones promedio sobre la cuenca baja del Río Colorado. Sin embargo, estos pronósticos muestran diferencias significativas. Por ejemplo, el modelo NASA GISS predice con exactitud más lluvias que el promedio sobre la región de Arizona-Sonora-Nuevo México-Chihuahua, mientras que el modelo NOAA CFS no lo hace. Durante los meses siguientes, los investigadores del monzón estudiarán los periodos y mecanismos que produjeron los patrones de precipitación pronosticados.

Cuándo comenzó, continuación

región. Tal información puede ser útil, por ejemplo, para las decisiones del manejo de incendios y para los administradores del agua sobre cuando será la demanda más alta de agua.

References

Zeng, X. and Lu, E., 2004. Globally Unified Monsoon Onset and Retreat Indices. *J. Climate*, 17, 2241–2247.



Temperatura

Las temperaturas fueron muy cercanas al promedio para la mayor parte del suroeste de los Estados Unidos y el noroeste de México durante Agosto y la temporada de verano. Durante Agosto, las temperaturas fueron de 1-2 grados Celsius (1.8–3.6 grados Fahrenheit) por debajo del promedio en el centro de Baja California, norte de Sonora, Chihuahua, y el Oeste de Texas (Figura 1b) como resultado de una lluvia considerable proveniente de las tormentas del monzón y tormentas tropicales. Las temperaturas del sur de California fueron de 1-2 grados C (1.8–3.6 grados F) por arriba del promedio para la temporada (Figura 1d). De forma inusual, la alta temperatura persistió sobre California y la Costa Oeste de los Estados Unidos durante el verano, lo cual contribuyó a condiciones de sequedad inusuales y muchos incendios en parte de California. El sur de California esta

en una sequía moderada, de acuerdo al Monitor de Sequía de Norteamérica (Figura 4, página 13).

Notas:

El mapa de condiciones recientes de temperatura fue elaborado por el Climate Prediction Center, National Oceanic and Atmospheric Administration (CPC/NOAA). Las anomalías de temperatura representan la diferencia entre el valor registrado en 2008 y el valor medio de largo periodo o climatología, calculado para el periodo 1971–2000.

Figura 1a. Temperatura media a 2m sobre la superficie para agosto de 2008.

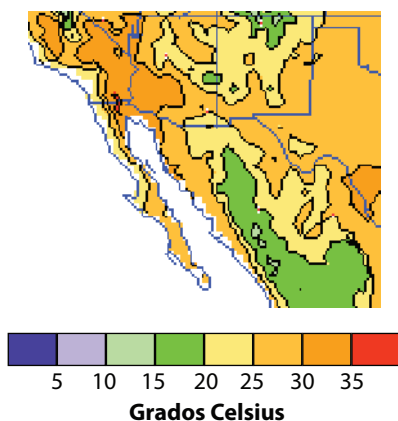


Figura 1c. Temperatura media a 2m sobre la superficie para junio, julio, y agosto de 2008.

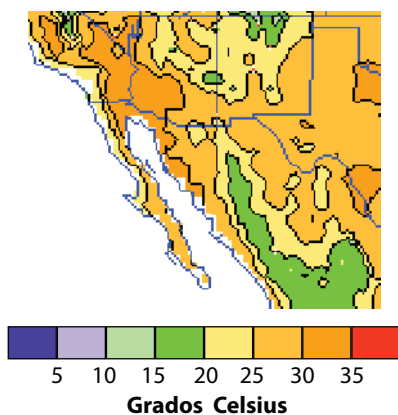


Figura 1b. Anomalías de la temperatura media a 2m sobre la superficie para agosto de 2008.

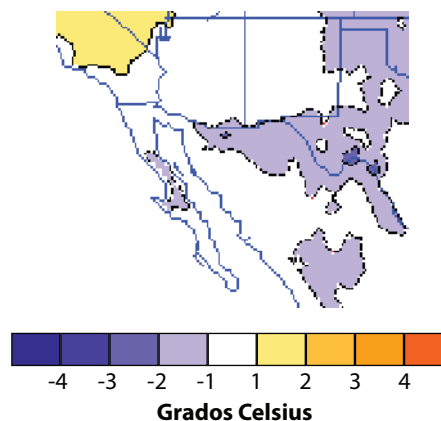
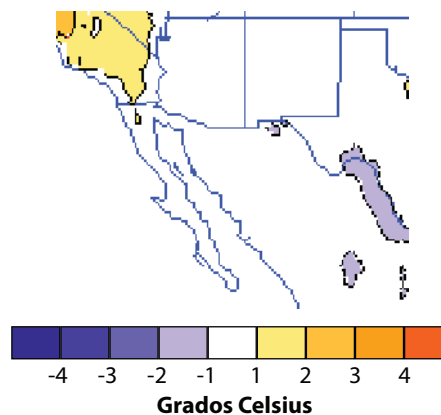


Figura 1d. Anomalías de la temperatura media a 2m sobre la superficie para junio, julio, y agosto de 2008.



En el Internet:

Para más información:

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/Drought/Atm_Circ/2m_Temp.shtml



Precipitación

Durante Agosto, la precipitación estuvo por arriba del promedio para la mayor parte de Baja California, las costas de Sonora y Sinaloa, y cerca de la frontera Sonora-Arizona (Figuras 2a y 2c). El sur de California, usualmente seco durante el verano, además recibió precipitación por arriba del promedio. La tormenta tropical Julio (del 23 al 26 de Agosto) contribuyó considerablemente a la precipitación de Agosto en Baja California, cercana a los 200 mm (casi 8 pulgadas) en Loreto y Mulegé. La región fronteriza entre Arizona, Nuevo México, Sonora, y Chihuahua recibió 150–175 por ciento por arriba del promedio de lluvias en esta temporada (Figuras 2b y 2d). A finales de Julio, los remanentes del Huracán Dolly se movían hacia el valle del Río Grande y dentro de las zonas fronterizas de Chihuahua y Nuevo México.

Este evento produjo inundaciones catastróficas en Ruidoso, Nuevo México. El escurrimiento en la cuenca alta del Río San Pedro (no mostrada), el cual corre del norte de Sonora hacia Arizona, han sido por arriba del promedio durante los meses de verano.

Notas:

Los mapas de las condiciones recientes de precipitación se produjeron de los datos de el Climate Prediction Center (CPC) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). En el mapa de porcentaje de precipitación normal no se consideraron las áreas en donde la precipitación es menor a 0.1 mm por día.

Figure 2a. Precipitación en los Estados Unidos y México para agosto de 2008.

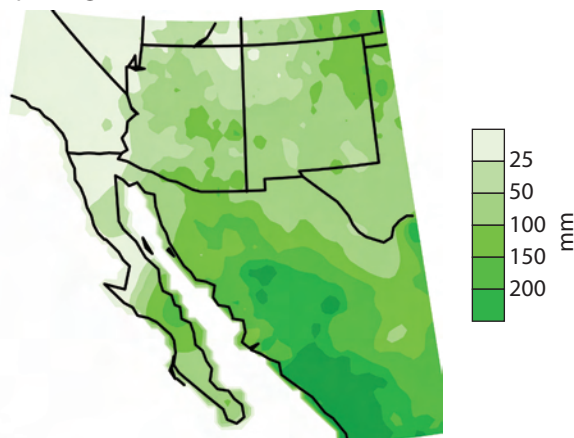


Figure 2b. Precipitación en los Estados Unidos y México para junio, julio, y agosto de 2008.

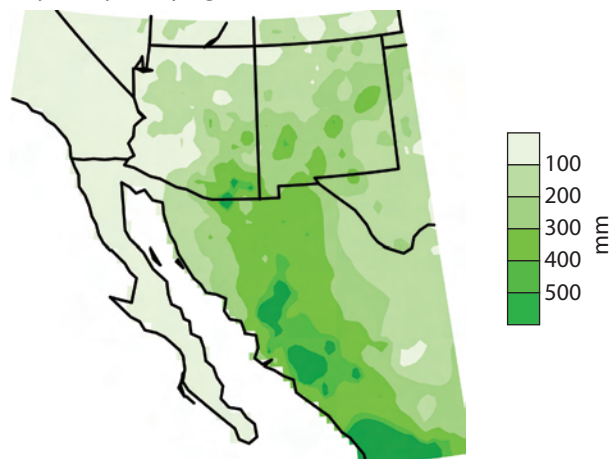


Figure 2c. Porcentaje de precipitación normal durante agosto de 2008 para Estados Unidos y México, calculado con respecto al periodo 1971-2000.

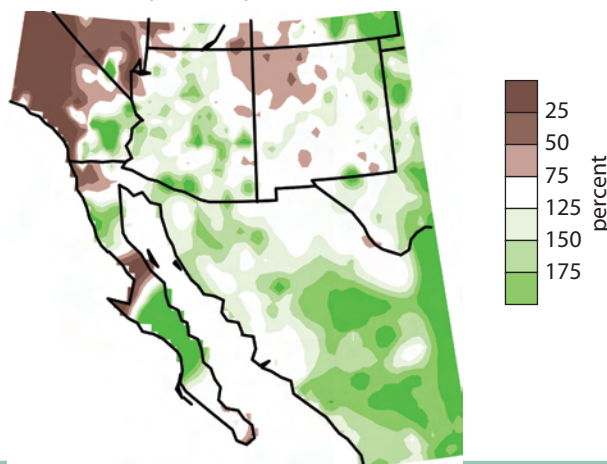
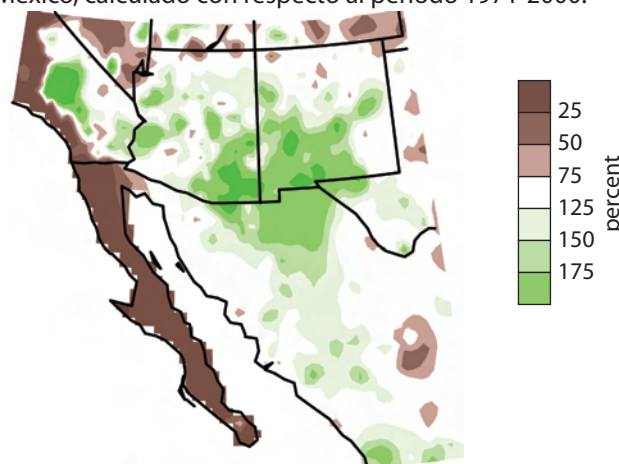


Figure 2d. Porcentaje de precipitación normal durante junio, julio, y agosto de 2008 para Estados Unidos y México, calculado con respecto al periodo 1971-2000.



En el Internet:

Para más información:

http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/Drought/Atm_Circ/2m_Temp.shtml



Índice de Precipitación Estandarizada

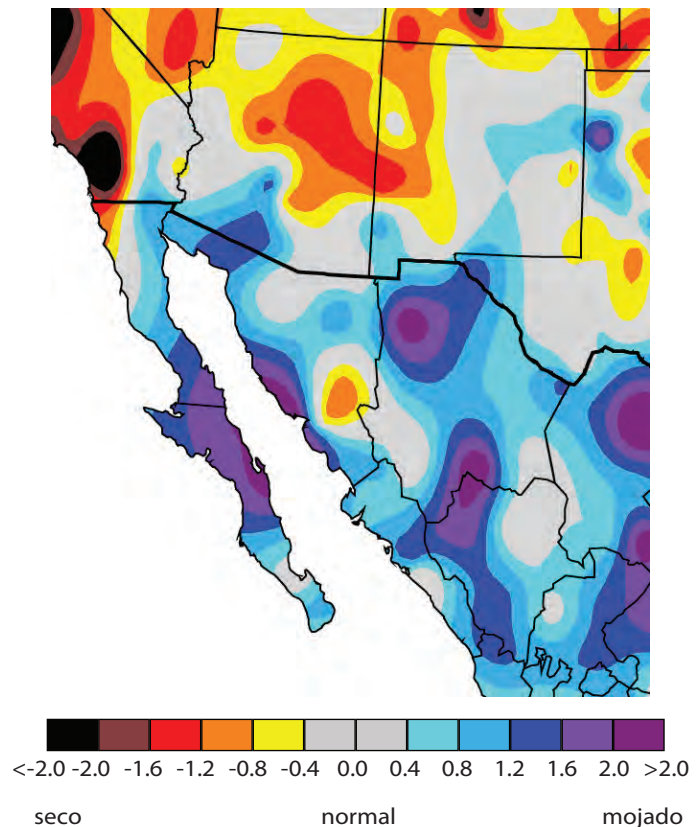
El estatus de la sequía, como es medido por el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) para el período de seis meses de Marzo a Agosto de 2008, varió considerablemente a través de la región fronteriza (Figura 3). El mapa refleja una combinación de condiciones de sequedad en primavera, influidos por las condiciones de la Niña en el tropical del Océano Pacífico, y de un monzón considerable y precipitación de tormenta tropical en algunas partes de la región fronteriza. El SPI de seis meses refleja la influencia de las tormentas tropicales en Baja California y a lo largo de las costas de Sonora y Sinaloa, y una precipitación abundante de monzón en Chihuahua y el sur de Nuevo México (Figura 3). En contraste, el sur de California recibió precipitación por debajo del promedio durante este periodo, con un área grande de valores de SPI desde -1.2 a -2. El centro de Arizona y el norte de Nuevo México estuvieron secos también, con valores de SPI que van de -0.8 a -1.6. Esto es principalmente debido a una precipitación de primavera por debajo del promedio a través de esta región y una promedia precipitación del monzón más al norte de la frontera. La mayor parte del noroeste de México tuvo precipitación arriba del promedio. El centro de Baja, la costa de Sonora, y partes del norte y sur de Chihuahua muestran valores de SPI de 1.6 a 2, indicando una falta de condiciones de sequía sobre la escala de tiempo de los seis meses, y un incremento en escurrimiento y salud de la vegetación. Sin embargo, el período de precipitación a lo largo del centro y parte este de la región, donde la precipitación cayó principalmente desde el comienzo del monzón de verano, es tal que los irrigadores en áreas tales como el valle del Río Pecos, probablemente requieran extra aplicaciones antes de las lluvias. La temporada de monzón proveyó abundancia de humedad, la cual alivió las condiciones de sequedad en el invierno y primavera en gran parte del oeste de México. La lluvia a través de buena parte del verano ayudó a la agricultura del norte de la frontera en regiones tales como el sureste de Arizona, donde los granjeros fueron capaces de reducir el bombeo de agua subterránea.

En el Internet:

Para más información:
<http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/monitoring/drought/nadm/indices.php>

Una introducción de SPI se encuentra en la pagina de web:
http://www.climas.arizona.edu/forecasts/archive/oct2002/oct2002figs/16_The_SPI.html

Figura 3. Índice de Precipitación estandarizada para marzo a agosto de 2008.



Notes:

Source: NOAA National Climatic Data Center and Servicio Meteorológico Nacional.

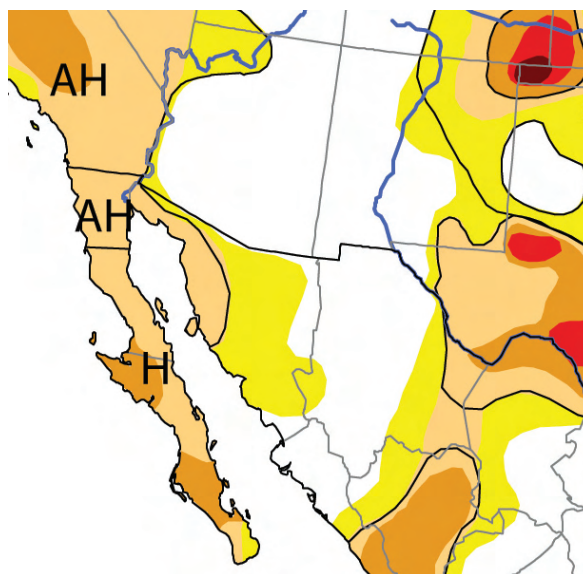
El Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) se expresa precipitación en unidades que corresponden de una distribución estadística normal, o de tipo campana. Los valores son estandarizados por lo que un índice de cero indica la precipitación promedio. Los valores del índice corresponden a unidades de desviación estándar. Esto da al usuario una idea inmediata de cómo se compara la precipitación reciente con los registros históricos. El índice es negativo para condiciones de sequía y positivo para condiciones de humedad. Cuando las condiciones de humedad o sequía son más fuertes, el índice es más positivo o negativo, respectivamente. El uso de una distribución estadística común se facilita el uso de SPI para comparar la severidad de la sequía a través de regiones que se caracterizan con climas diferentes. La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de México proporcionaron la información de las estaciones individuales que se usaron para calcular el SPI en este mapa. El mapa de color continuo se obtuvo interpolando matemáticamente los datos entre las estaciones meteorológicas individuales. Los procedimientos de interpolación pueden causar valores poco confiables en regiones donde hay menos estaciones.



Monitor de la Sequía de América del Norte

El estatus de sequía mejoró considerablemente durante los últimos tres meses en Arizona, Nuevo México, y Oeste de Texas (Figura 4). Un monzón abundante y la lluvia de tormenta tropical incrementaron la humedad del suelo y escurrimiento en Arizona y el sur de Nuevo México. La severidad de la sequía se incrementó en el suroeste de California, llevando a que al gobernador Arnold Schwarzenegger firmara en Junio una orden ejecutiva declarando una situación de sequía en el estado. La orden, la cual esta todavía en efecto, impulsa a las agencias y distritos locales de agua a promover la conservación del agua y trabajar cooperativamente en el nivel estatal y regional para tomar acción inmediata para reducir el consumo de agua. La orden además demanda acciones para prepararse para peores condiciones de agua en el 2009. En el condado de Cibola, Nuevo México, incluso, la lluvia de monzón no pudo mejorar los efectos de la falta de precipitación de invierno; el condado fue declarado un área de desastre natural por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Esta declaración permitió a los granjeros, rancheros y agricultores afectados solicitar préstamos de emergencia de bajo interés por parte de la Agencia de Servicio Granjero (Associated Press, Agosto 29). En el norte de Baja California Norte, las condiciones de sequía persisten (Figura 4). El centro de Baja California recibió lluvia abundante de la Tormenta Tropical Julio, y la Tormenta Tropical Lowell trajo más de 150 mm (cerca a las 6 pulgadas) de precipitación a partes de Sinaloa y Sonora a principios de Septiembre. La humedad del Monzón trajo un alivio a la sequía al norte de Sonora y a Chihuahua.

Figura 4. Monitor de Sequía de América del Norte, liberado 31 de julio de 2008.



Intensidad de Sequía

- D0 Abnormalmente Seco
- D1 Sequía Moderata
- D2 Sequía Severa
- D3 Sequía Extrema
- D4 Excepcional

Tipos de Impactos de Sequía

/ Delinea Impactos Dominantes

A = Agrícola (cosechos, pastos, pastizales)

H = Hydrological (agua)

AH = Agrícola y hidrológico

Notas:

Los mapas del Monitor de la Sequía de América del Norte se basan en una evaluación de variables incluyendo (pero no limitadas a) el Índice de Precipitación Estandarizada (SPI), humedad del suelo, escurrimientos, precipitación y medidas de estrés de la vegetación, así como reportes del impacto de la sequía. Esto es un esfuerzo en conjunto de diversas agencias, incluyendo la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), el Climate Prediction Center (CPC) del NOAA, el U.S. Department of Agriculture, el U.S. Drought Mitigation Center, Agriculture and AgriFood of Canada, el Meteorological Service of Canada, y el Servicio Meteorológico Nacional de México (SMN).

En el Internet:

Para más información:

<http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/monitoring/drought/nadm/>

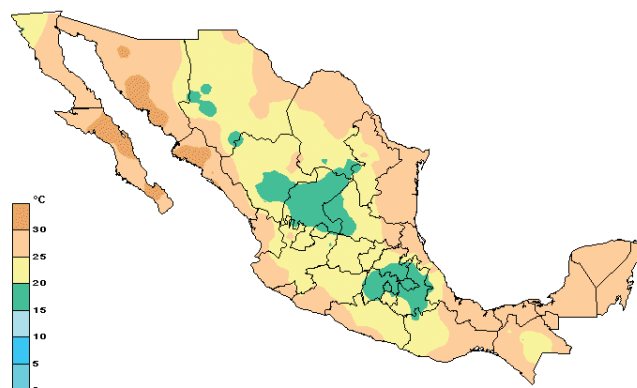


Pronóstico de temperatura

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) pronostica temperaturas que van desde el promedio a arriba del promedio a través del noroeste de México para Septiembre (Figura 5). Es esperado que las temperaturas mensuales promedio excedan 30 grados C (86 grados Fahrenheit) para partes de la costa de Sonora, Sinaloa, y Baja California Sur. El pronóstico muestra temperaturas promedio mensuales para el este de Sonora y Chihuahua entre 15 grados C (59 grados Fahrenheit) en las más altas elevaciones de la Sierra Madre Occidental a más de 25 grados C (77 grados Fahrenheit) en la frontera con Texas.

El Instituto de Investigación Internacional para el Clima y Sociedad (IRI) pronostica altas posibilidades de temperaturas por arriba del promedio a lo largo del sur de Arizona, norte de Sonora, y noroeste de Chihuahua desde Septiembre a Noviembre (no mostrada); por esta razón, IRI asignó un 50 por ciento de posibilidades de temperaturas por arriba del promedio en esta región y solamente un 15 por ciento de posibilidades de temperaturas por debajo del promedio. Las posibilidades de temperaturas por arriba del promedio disminuyen durante las estaciones de otoño e invierno. IRI asigna una posibilidad del 40 por ciento de temperaturas por arriba del promedio y un 25 por ciento de posibilidades de temperaturas por debajo del promedio para los meses de invierno.

Figura 5. Pronóstico de temperatura para septiembre de 2008.



Notas:

Este pronóstico fue preparado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La metodología del pronóstico fue desarrollada por el Dr. Arthur Douglas (Creighton University, retirado) en colaboración con científicos del SMN.

Los pronósticos se basan en los valores de temperatura promedio de años análogos en el registro histórico. La selección de años análogos se basa en un análisis estadístico de factores de la circulación atmosférica y oceánica que se saben influyen la precipitación en México. En los pronósticos de cada mes se usan combinaciones únicas de los índices climáticos. Se usa el método estadístico conocido como análisis de cluster para identificar patrones climáticos evolutivos observados en el registro histórico y situados en cada año en el contexto histórico; se seleccionan los años con patrones climáticos evolutivos más similares al año actual. Los patrones de flujo atmosférico promedio y las anomalías de temperatura de superficie se obtienen con la información histórica y se comparan con el promedio climatológico.

Ejemplos de factores oceánicos y atmosféricos que se usan en la identificación de años análogos incluyen: temperaturas de los Océanos Pacífico y Atlántico, oscilaciones tropicales de la alta atmósfera, la posición e intensidad de los centros de alta y baja presión atmosférica, entre otros factores.

Los mapas muestran el pronóstico de la temperatura promedio mensual. La simbología del mapa muestra los rangos de temperatura pronosticada asociado con cada color.

En el Internet:

Para más información:

<http://smn.cna.gob.mx/productos/map-lluv/p-clim01.gif>



Pronóstico de precipitación

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) pronostica una precipitación por debajo del promedio a lo largo de la mayor parte del noroeste de México para Octubre, Noviembre y Diciembre. El pronóstico de Octubre (Figura 6a) muestra alguna variabilidad geográfica, con la precipitación por arriba del promedio pronosticada para el centro de México y la costa norte de Guaymas y partes del este de Chihuahua. La precipitación para la mayor parte del oeste de México para Noviembre (Figura 6b) y Diciembre (Figura 6c) es pronosticada en ser al menos 50 por ciento por debajo del promedio. Estos pronósticos están basados en la progresión de las condiciones atmosféricas y oceánicas para los años 1955, 1975, 1998, y 1999; estos años son similares a la progresión de las condiciones en el 2008. El pronóstico es consistente con la actividad de la tormenta tropical del Pacífico Este por debajo del promedio hecha a principios de 2008 por el Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos (no mostrada).

El Instituto de Investigación Internacional para el Clima y Sociedad (IRI) pronostica un escenario similar para el suroeste de los Estados Unidos y este de México entre Septiembre de 2008 y Febrero de 2009. IRI pronostica un incremento en las posibilidades de una precipitación por debajo del promedio para

Notas:

Este pronóstico fue preparado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La metodología del pronóstico fue desarrollada por el Dr. Arthur Douglas (Creighton University, retirado) en colaboración con científicos del SMN.

Los pronósticos se basan en los valores de precipitación promedio de años análogos en el registro histórico. La selección de años análogos se basa en un análisis estadístico de factores de la circulación atmosférica y oceánica que se saben influyen la precipitación en México. En los pronósticos de cada mes se usan combinaciones únicas de índices climáticos. Se usa el método estadístico conocido como análisis de cluster para identificar patrones climáticos evolutivos observados en el registro histórico y situados en cada año en el contexto histórico; se seleccionan los años con patrones climáticos evolutivos más similares al año actual. Los patrones de flujo atmosférico promedio y las anomalías de precipitación de superficie son obtenidos con la información histórica y se comparan con el promedio climatológico.

Ejemplos de factores oceánicos y atmosféricos que se usan en la identificación de años análogos incluyen: temperaturas de los Océanos Pacífico y Atlántico, oscilaciones tropicales de la alta atmósfera, la posición e intensidad de los centros de alta y baja presión atmosférica, entre otros factores.

Los mapas muestran el pronóstico del porcentaje de precipitación promedio mensual. La simbología del mapa muestra los rangos del porcentaje de precipitación pronosticado asociado con cada color. Azules y verdes indican precipitación por encima del promedio; amarillos y rojos indican precipitación por debajo del promedio. Blancos indican una precipitación dentro del 20% del promedio climatológico (basado en datos de 1941-2002).

el noroeste de México en la transición entre otoño e invierno. IRI asignó un 45-50 por ciento de posibilidad de una precipitación por debajo del promedio para Sonora, Sinaloa, y Baja California Sur entre Noviembre de 2008 y Febrero de 2009. El IRI usa una combinación de modelos estadísticos y climáticos en estos pronósticos; la coincidencia entre los pronósticos del IRI y el SMN indican una buena confianza en el pronóstico de una precipitación por debajo del promedio. Sin embargo, es más difícil pronosticar los impactos de la fase del ENSO (página 16) en el clima de la región.

Figura 6a. Pronóstico de precipitación para septiembre de 2008; diseminado septiembre 1, 2008.

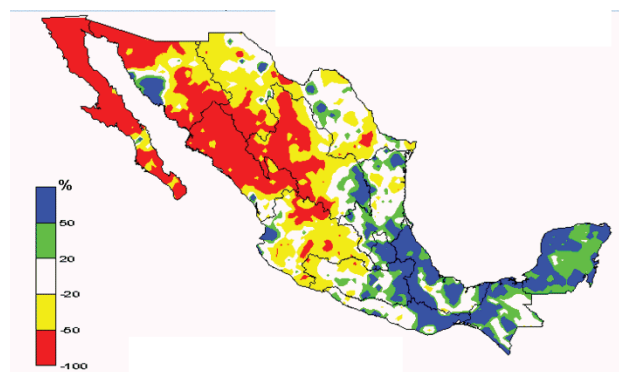


Figura 6b. Pronóstico de precipitación para octubre de 2008; diseminado septiembre 1, 2008.

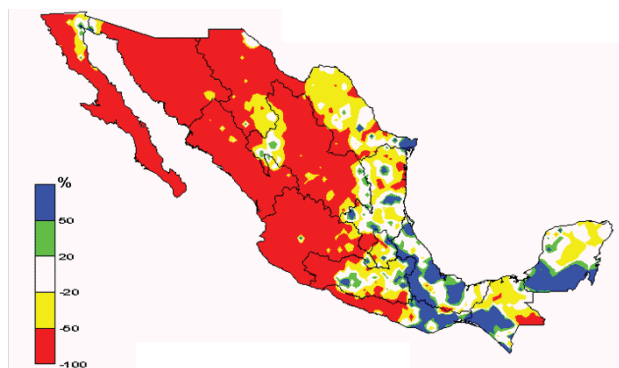
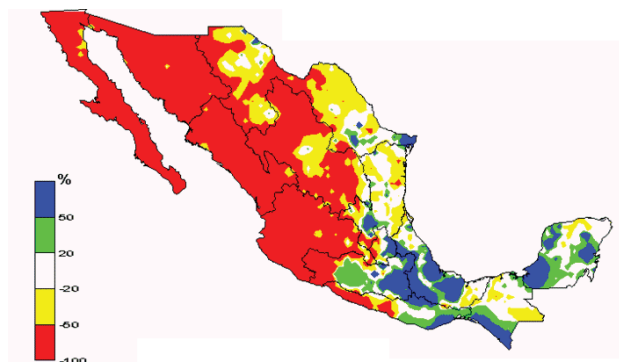


Figura 6c. Pronóstico de precipitación para noviembre de 2008; diseminado septiembre 1, 2008.



En el Internet:

Para más información:

<http://smn.cna.gob.mx/productos/map-lluv/p-clim02.gif>



ENSO

(El Niño – Oscilación del Sur)

Las condiciones de ENSO-neutral dominan el Océano Pacífico ecuatorial con observaciones de temperaturas de superficie de mar (SST) cercano al promedio en la porción central de la cuenca. SSTs un poco arriba del promedio que desarrollaron en los meses pasados en el este del Pacífico, enfriaron un poco en Agosto, retornando a temperaturas cercanas al promedio. El Instituto de Investigación Internacional para el Clima y Sociedad (IRI) notó que el calentamiento reciente en el este Pacífico hizo poco para alterar los patrones de circulación atmosférica del evento de La Niña persistente del último invierno y primavera. Esto es evidente en la continuación positiva de los valores del Índice de Oscilación del Sur (SOI), los cuales continúan indicando una débil y persistente respuesta atmosférica de La Niña. El valor del SOI de Agosto realmente rebotó ligeramente después de su caída sobre los meses pasados, pero de todas formas indicó un estado de ENSO cercano al neutral (Figura 7a).

Los pronósticos del ENSO hechos este mes por el IRI indican una alta probabilidad de (mayor al 85 por ciento) de que las condiciones del ENSO-neutral continúen a través de lo que resta de 2008 y a los principios de 2009 (Figura 7b). El pronóstico tiene un 90 por ciento de confianza en que las condiciones de ENSO-neutral continuarán del período de Septiembre a

Notas:

La figura 5a muestra la media móvil para tres meses del valor del Índice de la Oscilación del Sur (SOI) para el período de enero 1980 a agosto 2006. El SOI mide la respuesta de la atmósfera a los cambios de la temperatura del agua superficial del mar (SST) sobre la cuenca del océano Pacífico. El SOI está fuertemente asociado con efectos del clima en el suroeste de Estados Unidos y porciones del norte de México. Valores mayores que 0.5 representan condiciones de La Niña, que frecuentemente implica inviernos secos y algunas veces veranos húmedos en la región. Valores menores a -0.5 representan condiciones de El Niño, que típicamente están asociadas con inviernos húmedos.

La figura 5b muestra el pronóstico probabilístico del ENSO emitido por el International Research Institute for Climate and Society (IRI), sobreponiendo periodos de tres meses (una estación). El pronóstico expresa la probabilidad de ocurrencia de tres condiciones en una región del Océano Pacífico sensible al ENSO, técnicamente identificada como región Niño 3.4 de la manera siguiente: El Niño, definido como el 25% de las condiciones más cálidas en la región Niño3.4 durante los tres meses del período en cuestión; La Niña, representa el 25% de las condiciones más frías en la región Niño 3.4; condiciones neutrales, cuando la temperatura del agua de la superficie del mar cae dentro del restante 50% de observaciones. El pronóstico probabilístico del ENSO es una valoración subjetiva de los modelos de pronóstico para las condiciones de temperatura del agua de la superficie del mar en la región Niño 3.4, la cual se elabora mensualmente. El pronóstico toma en cuenta la información de modelos individuales de pronóstico (incluyendo la experiencia de los expertos en la habilidad de cada modelo para pronosticar), un promedio de los modelos y otros factores.

Noviembre, con solamente un 5 por ciento de posibilidad de condiciones de La Niña o El Niño establecidos durante este período. La posibilidad de El Niño se incrementa para los finales del invierno (Febrero-Abril) al 20 por ciento, acercándose la posibilidad de La Niña (10 por ciento), pero esta todavía muy por debajo de la posibilidad incrementada (70 por ciento) de que las condiciones de ENSO-neutral continúen a través de la primavera de 2009. Históricamente, las condiciones del ENSO-neutral no favorecen patrones de una inusual humedad o sequedad en las estaciones de otoño e invierno. Esto limita pronósticos de temporada próximos que dependen en señales fuertes en el Pacífico para ayudar a guiar las perspectivas.

Figura 7a. Valores estandarizados del índice de la Oscilación del Sur (SOI) de enero de 1980 a agosto de 2008. La Niña/El Niño se presenta cuando los valores del SOI son mayores a 0 (azul) o menores de -0.5 (rojo) respectivamente. Valores entre estos dos umbrales indican condiciones neutrales (verde).

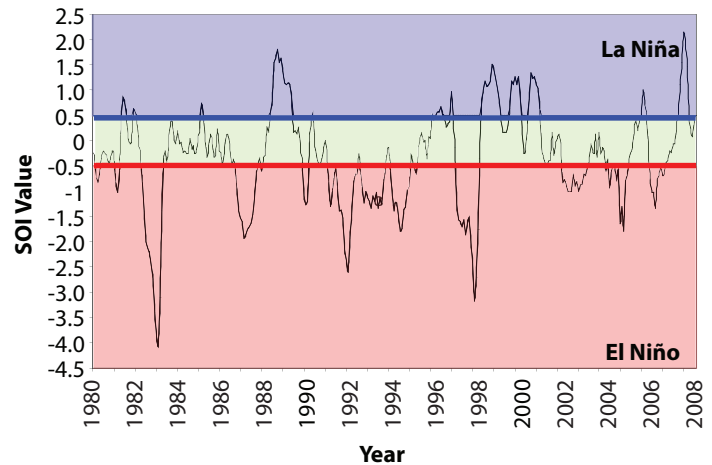
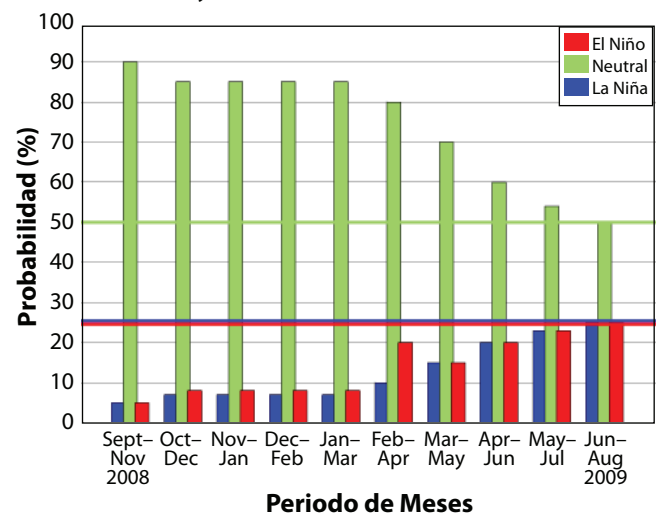


Figura 7b. Pronóstico probabilístico del ENSO emitido por el IRI para la región Niño 3.4. Las líneas en color representan el promedio de la probabilidad histórica para El Niño, La Niña, y condiciones neutrales.



En el Internet:

Para más información:

<http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/currentinfo/update.html>

