

**¿Qué se necesita para mejorar los
pronósticos estacionales y las
proyecciones del cambio climático del
monzón norteamericano?**

**Christopher L. Castro
Departamento de Ciencias Atmosféricas
Universidad de Arizona
Tucson, Arizona EE.UU.**

**Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)
11 Reunión de Consulta de la Comisión de Geofísica
Sesión Técnica**

**Quito, Ecuador
27 de octubre de 2009**

***Los Mochis, Sinaloa, México. Verano de 2004 durante NAME.
Foto por Peter Rogers***

Tópicos de la presentación

¿Qué es el monzón norteamericano y por qué es importante para México y los Estados Unidos?

¿Podemos confiar en los modelos globales actuales para representar el monzón?

Los factores más importantes que influyen en la variabilidad del monzón en los tiempos de escala del clima.

¿Qué se necesita para mejorar los pronósticos y las proyecciones?

Conclusiones y oportunidades en el futuro para el IPGH.

Agradecimientos: Drs. Dave Gochis, Jae Kyung-Schemm, Tereza Cavazos y otros miembros del grupo de ciencia de NAME. También a Dra. Francina Dominguez. Brittany Ciancarelli de la UA. IPGH apoyó mi viaje a esta reunión.

¿Qué es el monzón norteamericano? (...en breve)

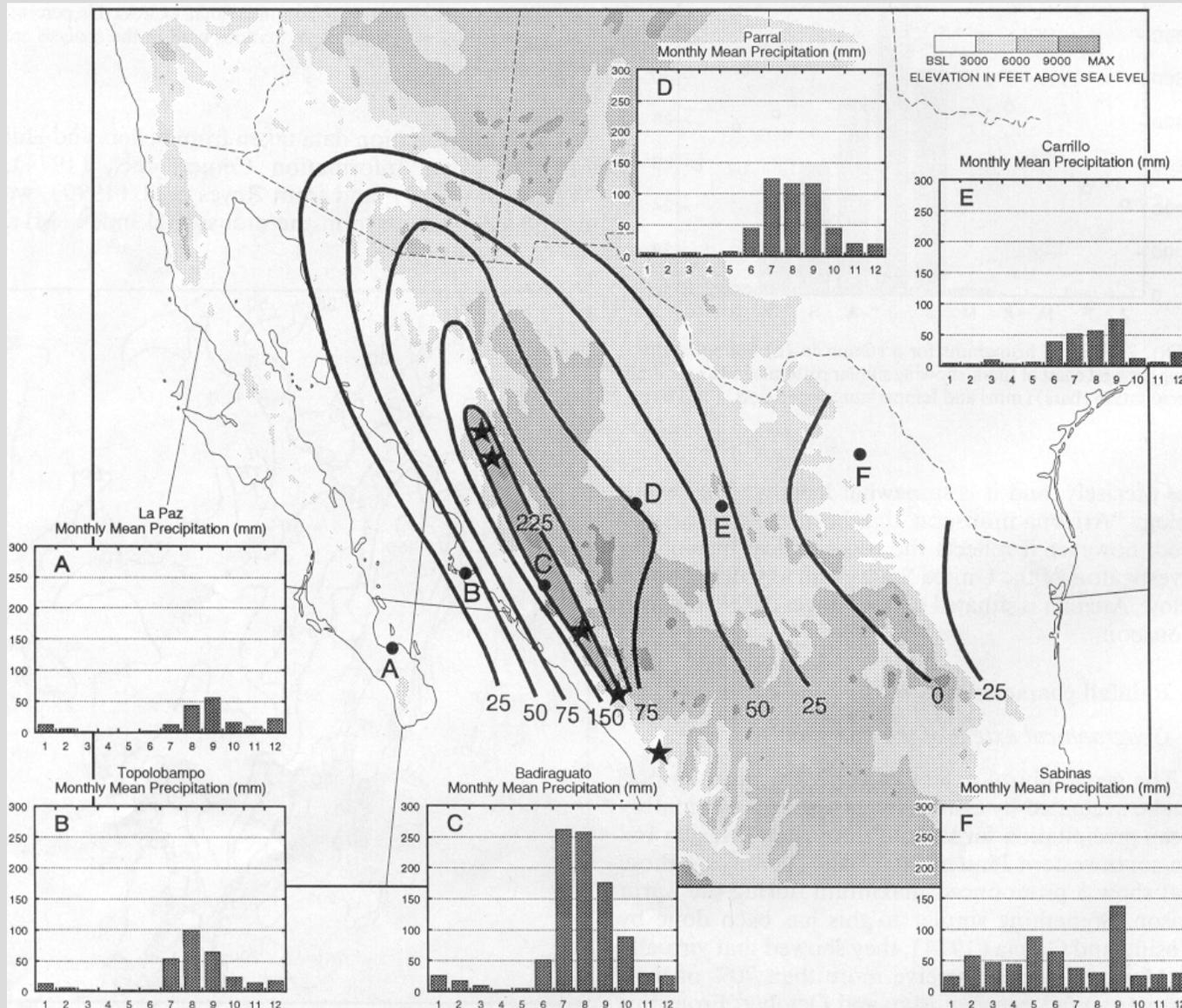
El período de la precipitación máxima en el noroeste de México y partes del suroeste de los Estados Unidos.

Las lluvias comienzan usualmente al fin de junio en México y unas semanas después en julio en los estados de Arizona y Nuevo México. Persisten hasta el fin de agosto o el principio de septiembre.

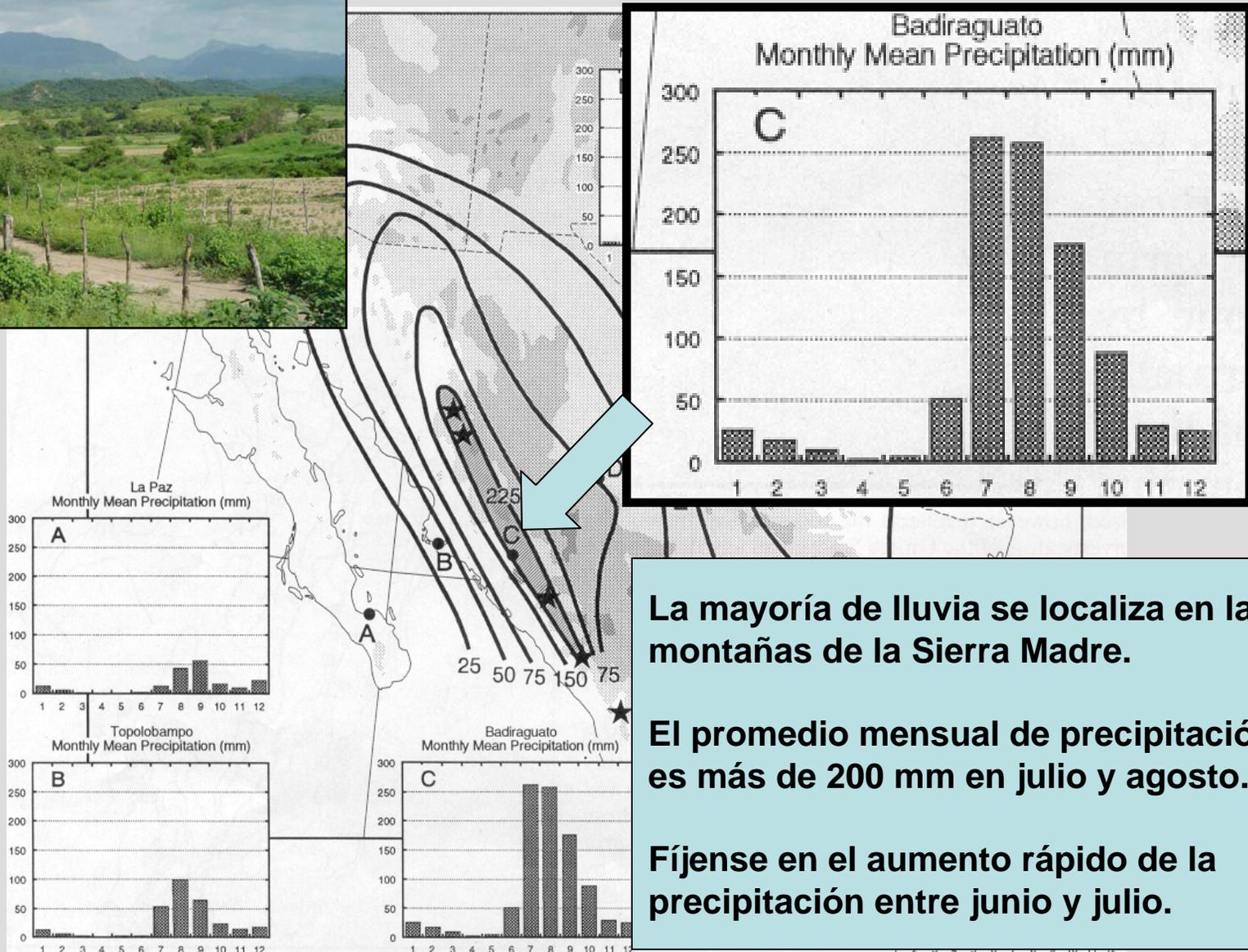
Las lluvias son de tormentas locales y pueden variar mucho en intensidad y frecuencia durante el verano.

La mayoría de la lluvia se localiza en las montañas porque la formación de las tormentas depende de la influencia del terreno.

Promedio mensual de la precipitación del verano en el noroeste de México



Las montañas de la Sierra Madre durante el monzón

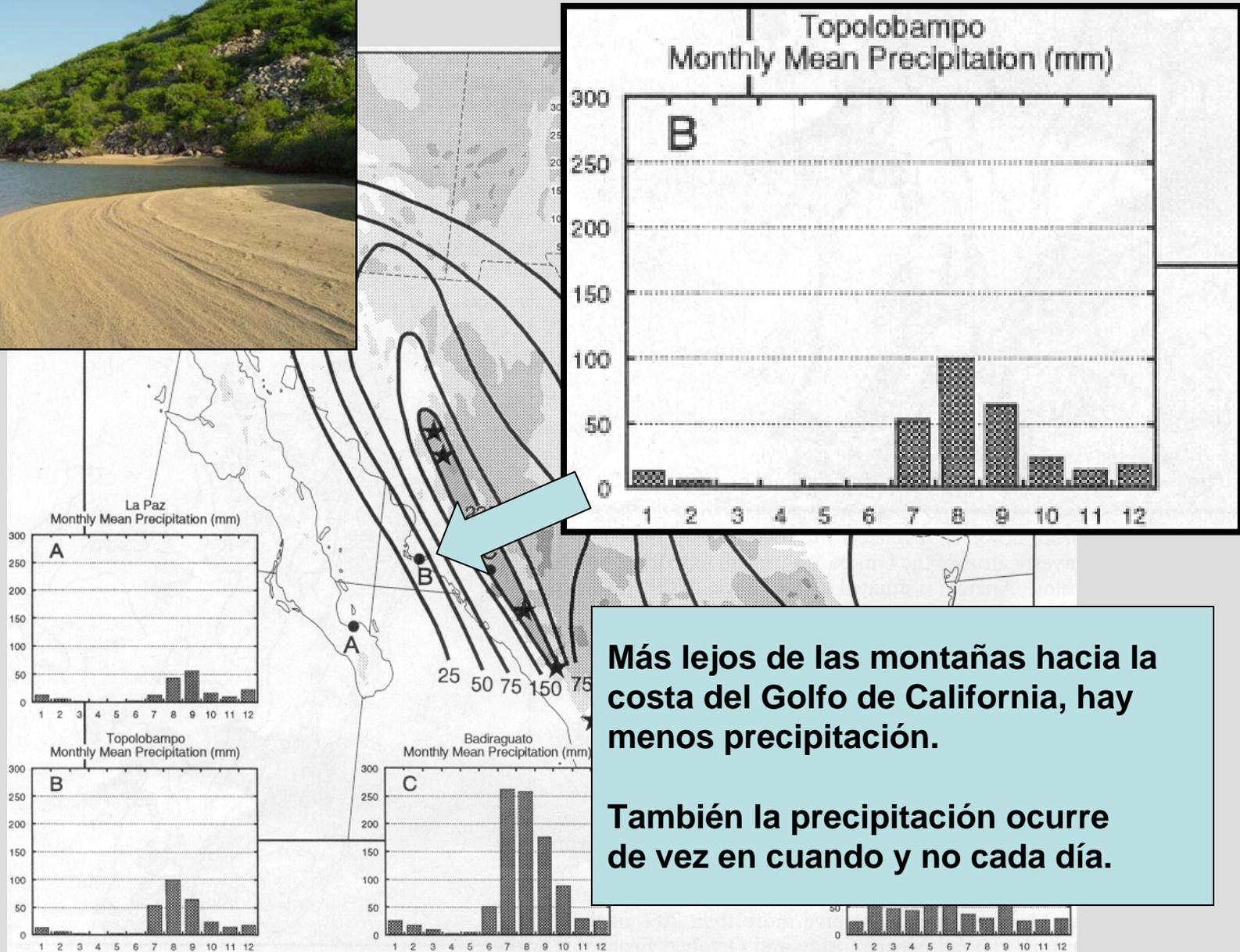


La mayoría de lluvia se localiza en las montañas de la Sierra Madre.

El promedio mensual de precipitación es más de 200 mm en julio y agosto.

Fíjense en el aumento rápido de la precipitación entre junio y julio.

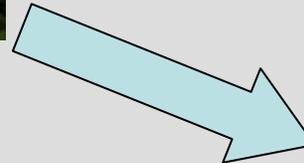
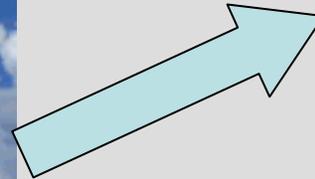
Cerca de Topolobampo



Más lejos de las montañas hacia la costa del Golfo de California, hay menos precipitación.

También la precipitación ocurre de vez en cuando y no cada día.

La importancia del monzón: Por ejemplo en el estado de Sonora, México



Más del sesenta por ciento del agua en la región viene durante el verano. Depende de las lluvias del verano para sus recursos hídricos y agrícolas.



¿Podemos confiar en los modelos globales actuales para representar el monzón?

Lo que nos interesan:

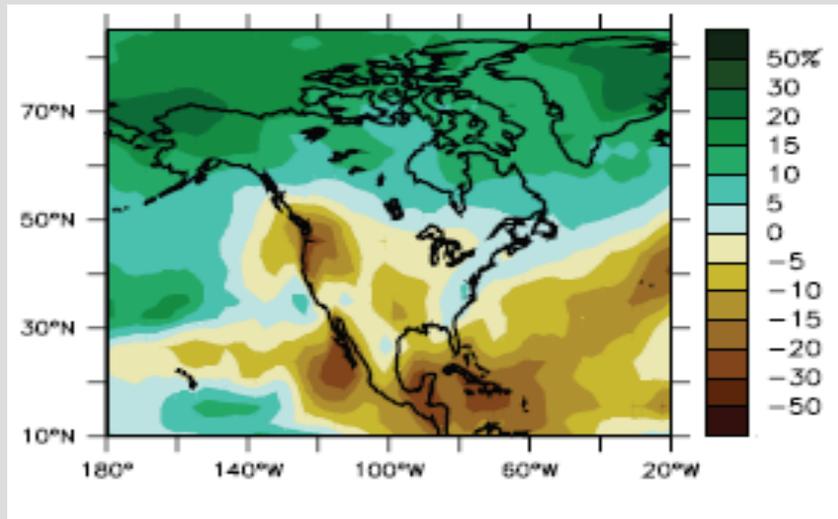
Pronósticos estacionales (de NOAA)

Proyecciones del cambio climático (del IPCC)

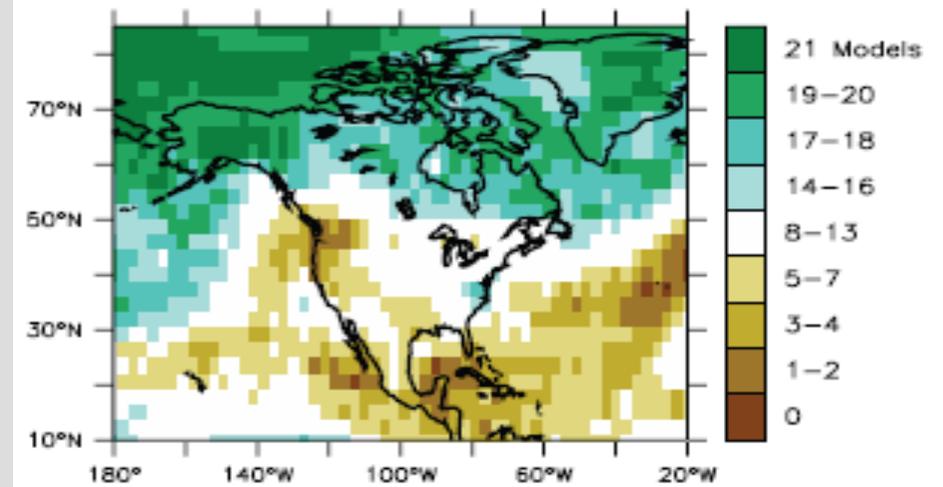
Un ejemplo breve del IPCC para mostrar el problema básico con todos los modelos globales actuales.

Las proyecciones del IPCC sugieren que las regiones subtropicales del mundo serán más secas. Esto incluye el noroeste de México y el suroeste de los EE.UU.

El cambio en porcentaje en la precipitación del verano al fin de este siglo por los modelos de IPCC (escenario A1B)

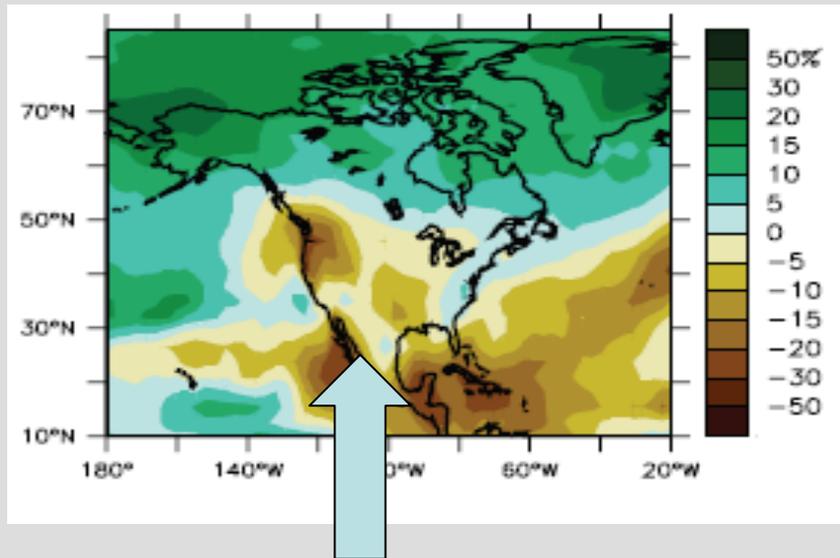


El nivel de acuerdo entre estos modelos



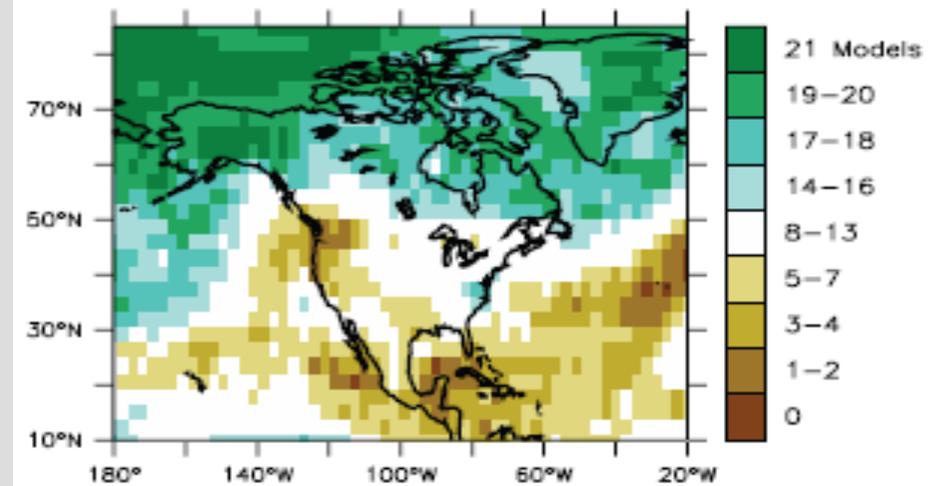
(IPCC)

El cambio por ciento en la precipitación del verano al fin de este siglo por los modelos de IPCC (escenario A1B)

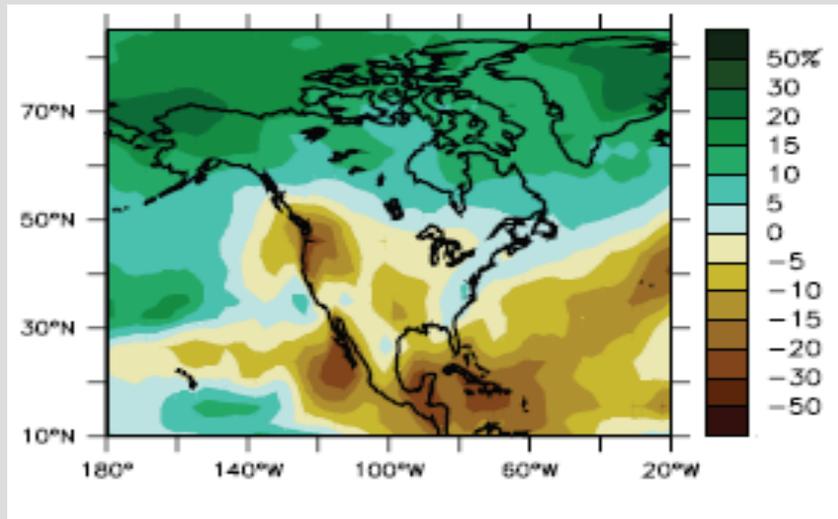


Los modelos actuales de IPCC indican que la precipitación del verano no cambiará mucho.

El nivel de acuerdo entre estos modelos

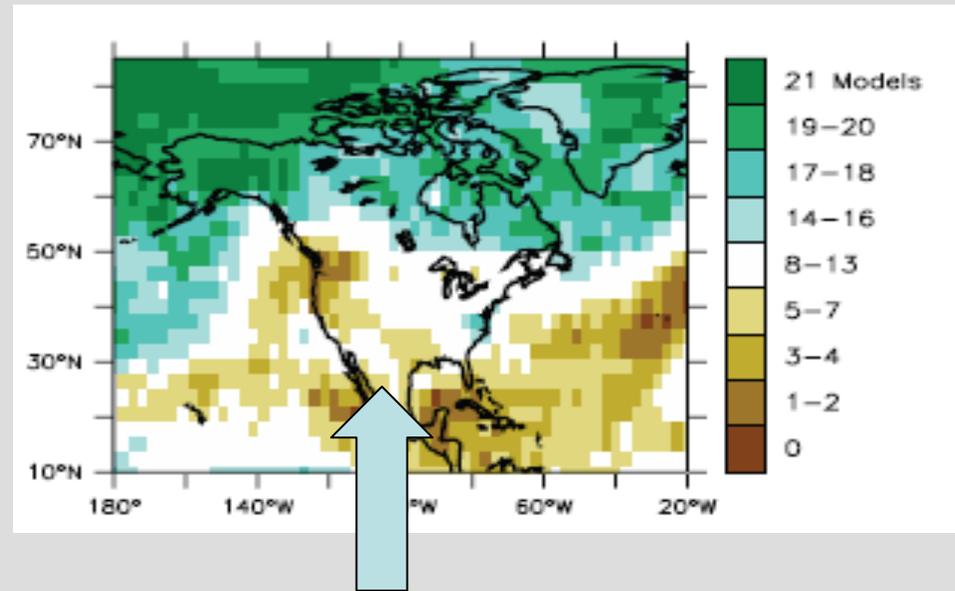


El cambio por ciento en la precipitación del verano al fin de este siglo por los modelos de IPCC (escenario A1B)



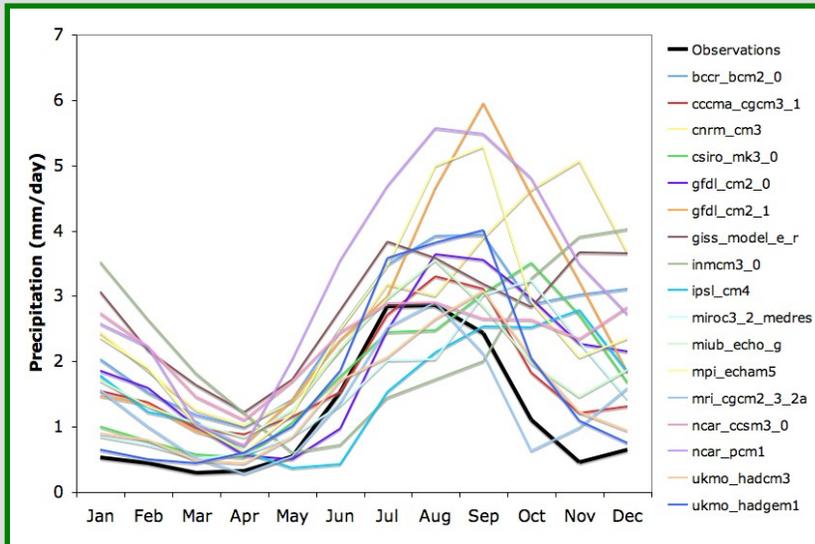
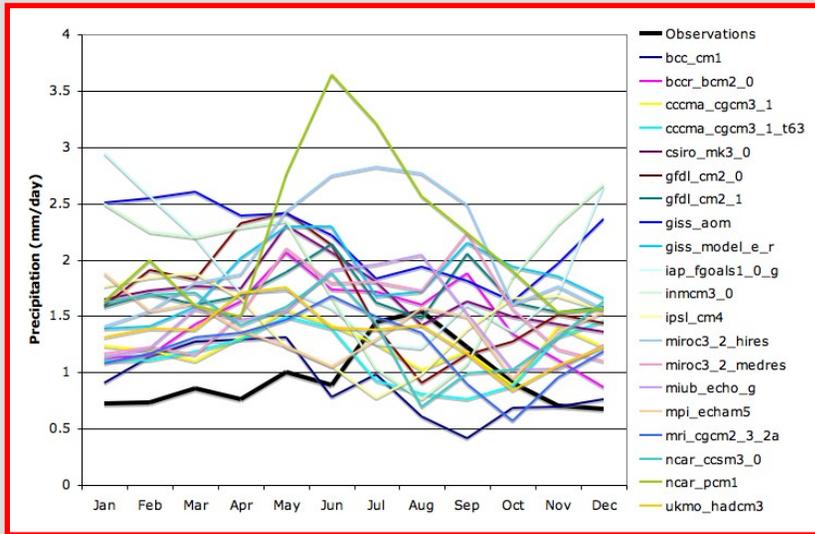
Los modelos actuales de IPCC indican que la precipitación del verano no cambiará mucho.

El nivel de acuerdo entre estos modelos



Pero no podemos confiar mucho en esta proyección debido al desacuerdo entre ellos.

El promedio de la precipitación mensual de todos los modelos de IPCC durante el siglo pasado



Promedio de simulaciones históricas (sres_20c3m) 1970-2000

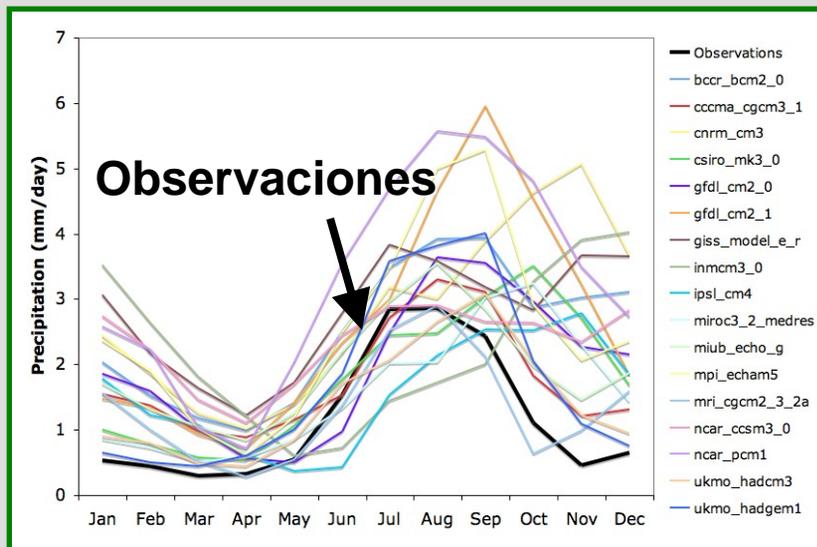
(Francina Dominguez)

El promedio de la precipitación mensual de todos los modelos de IPCC durante el siglo pasado

Noroeste de México

Todos los modelos tienen un monzón y representan bien el inicio.

Hay diferencias en el pico de la precipitación con respecto a la cantidad y el punto en tiempo.

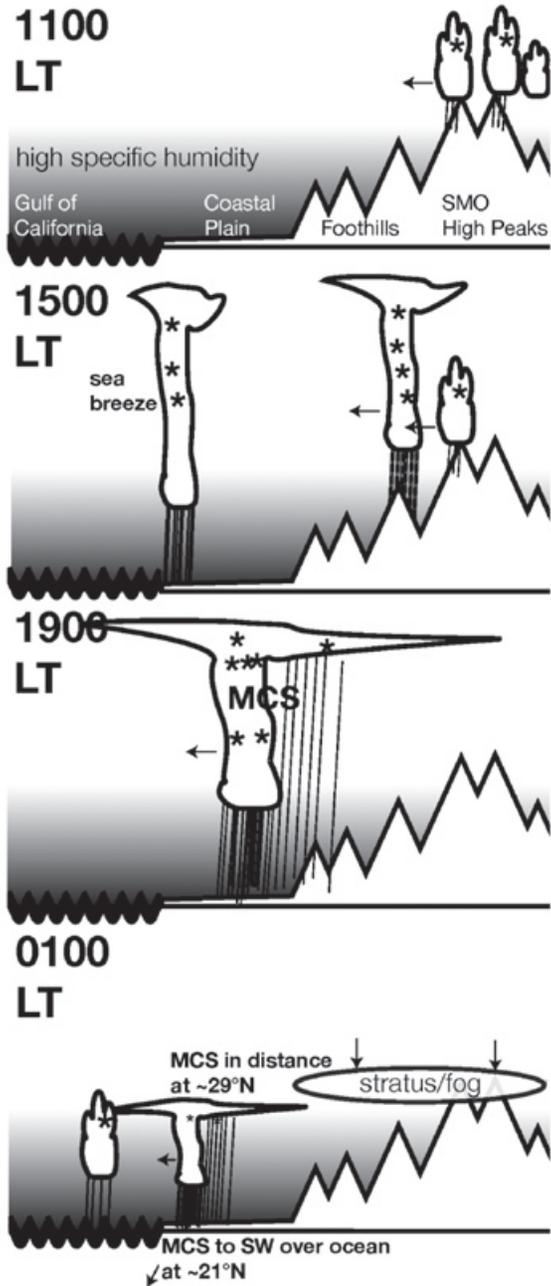


**Promedio de simulaciones históricas
(sres_20c3m) 1970-2000**

(Francina Dominguez)

Para hacer una simulación climática del monzón norteamericano que tenga valor utilizando un modelo atmosférico, es necesario que el modelo represente “bastante bien” los factores que influyen su variabilidad.

¡Esto no es tan fácil!



Ciclo diario de convección

¡Lo más importante!

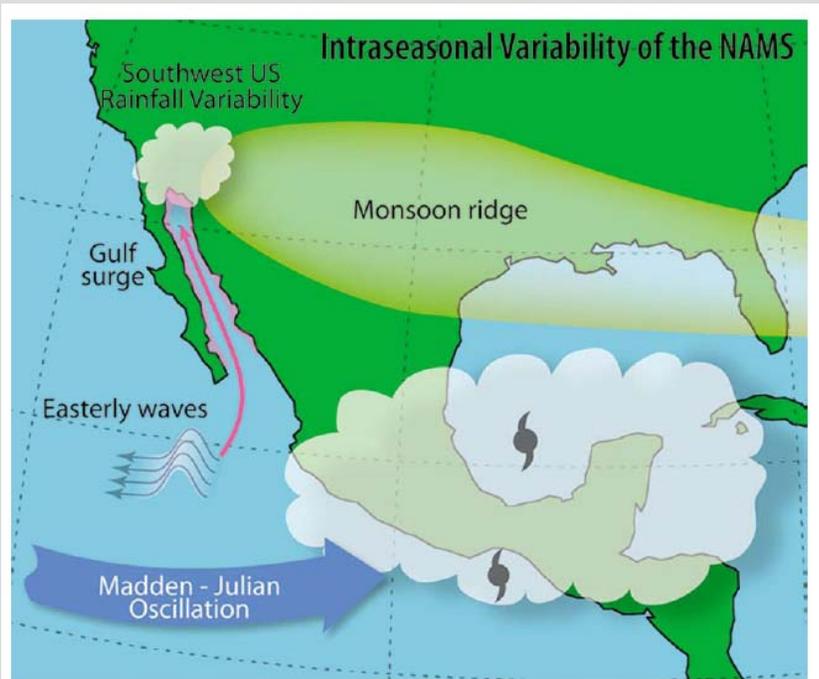
Las nubes convectivas se forman por encima de las montañas por la mañana.

Por la tarde y la noche las tormentas se propagan al oeste hacia el Golfo de California donde pueden organizarse en complejos convectivos en la mesoescala (MCS) si hay humedad suficiente e inestabilidad.

¡Es probable que se necesite una resolución *menor de cinco kilómetros* para representar correctamente este proceso en modelos regionales!

(Nesbitt et al. 2008)

Variabilidad sinóptica del clima dentro del monzón



(Moloney et al. 2008)

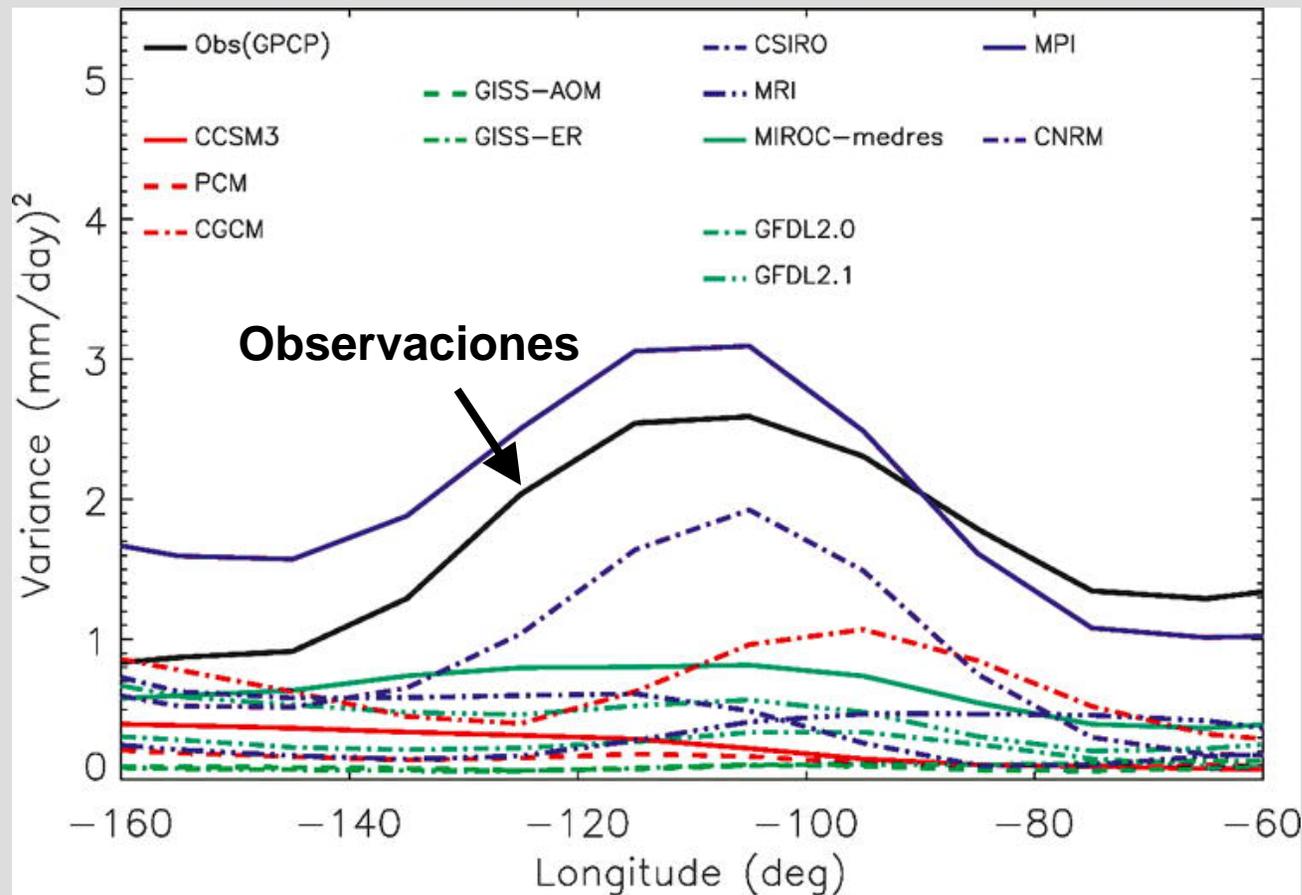
Se incluye:

- Ondas del este
- Sistemas tropicales
- Corrientes de humedad en los niveles bajos
- Perturbaciones en los niveles altos
- Oscilación Madden Julian

Todos estos factores pueden ayudar a la organización e intensificación de la convección.

¿Se pueden representar ondas del este en los modelos de IPCC?

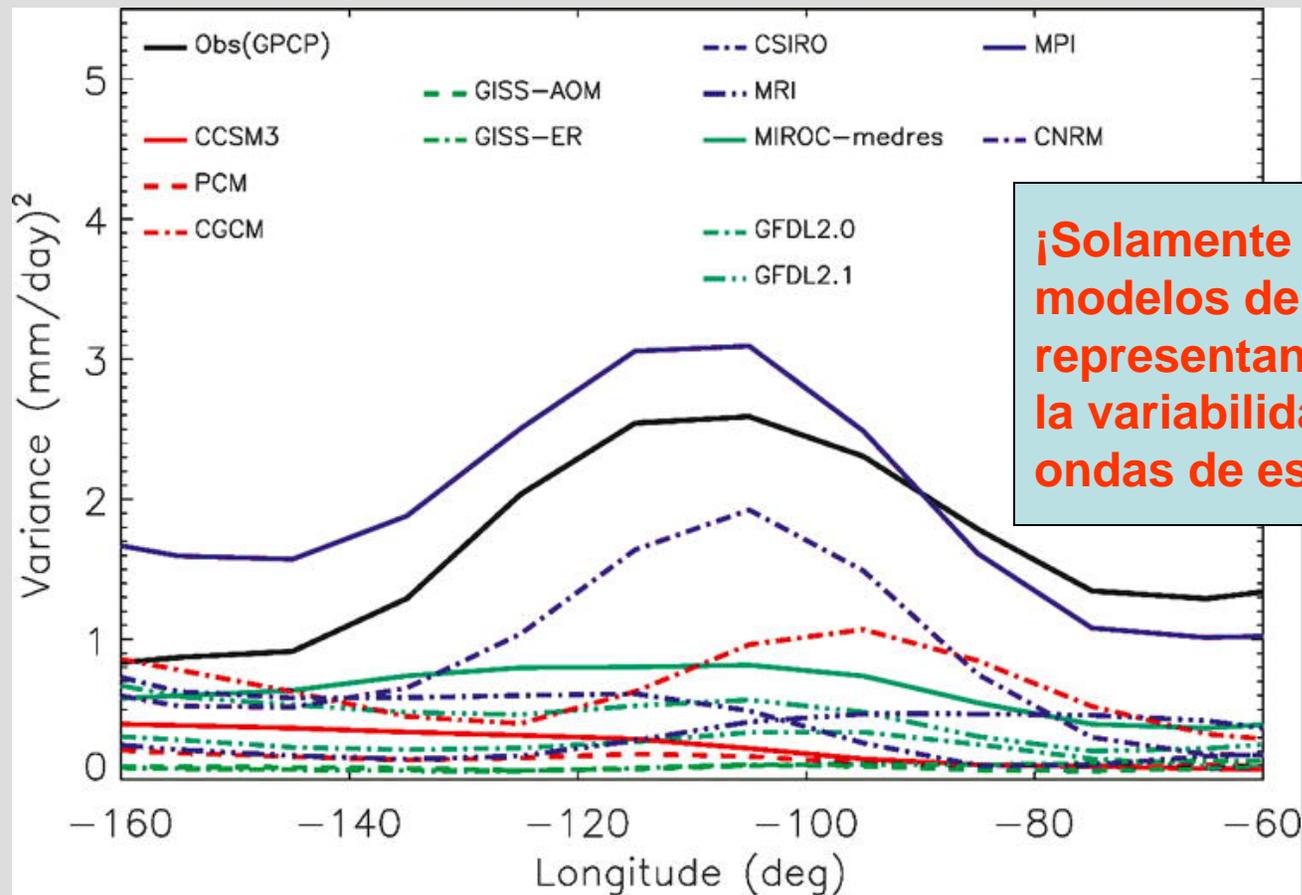
Su variabilidad de 10 a 20° N durante el monzón



Lin et al. (2009)

¿Se pueden representar ondas del este en los modelos de IPCC?

Su variabilidad de 10 a 20° N durante el monzón

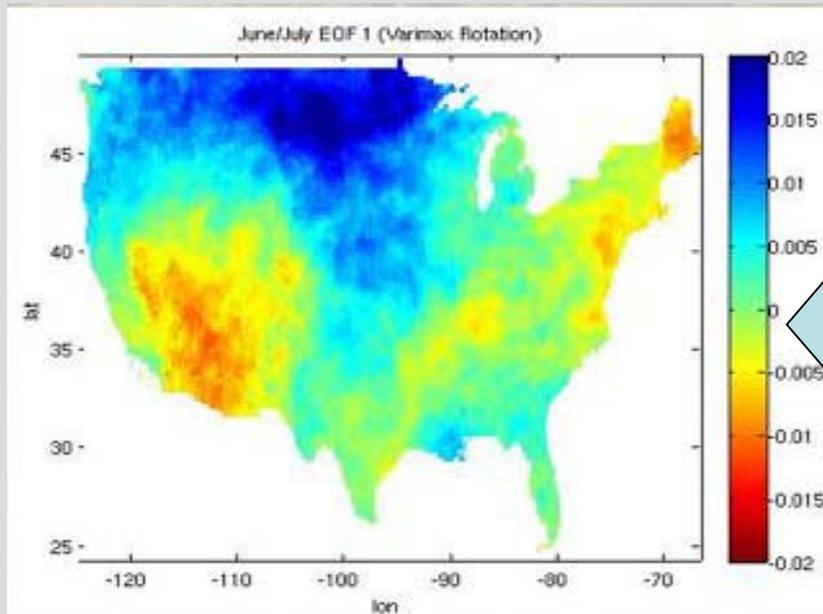


¡Solamente uno o dos modelos del IPCC representan bien la variabilidad de las ondas de este!

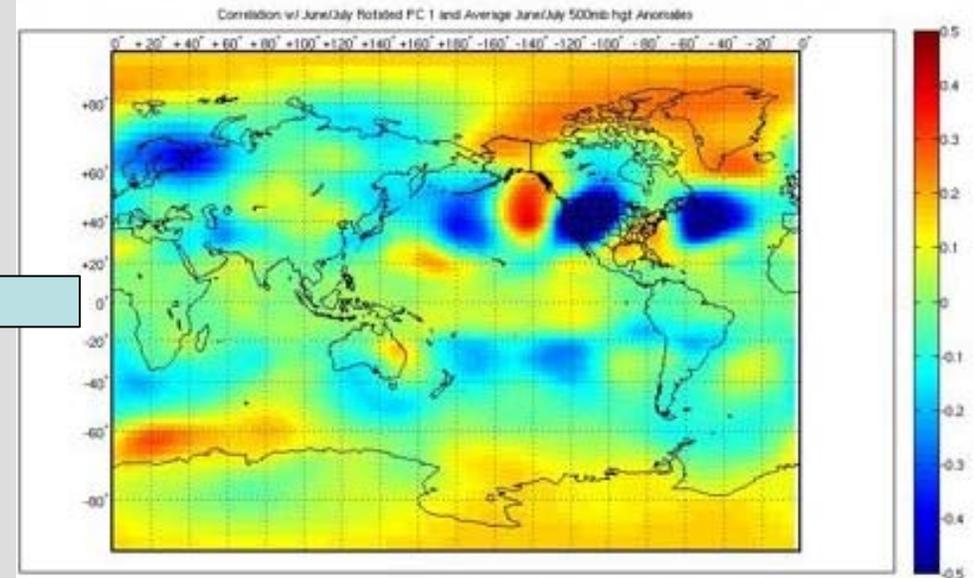
Lin et al. (2009)

Variabilidad interanual del monzón

Idea: Teleconexiones atmosféricas que se originan en el oeste del Pacífico (y tal vez de otras partes) afectan la distribución y cantidad de precipitación, especialmente al inicio del monzón.



El patrón dominante de anomalías de precipitación al principio del verano.

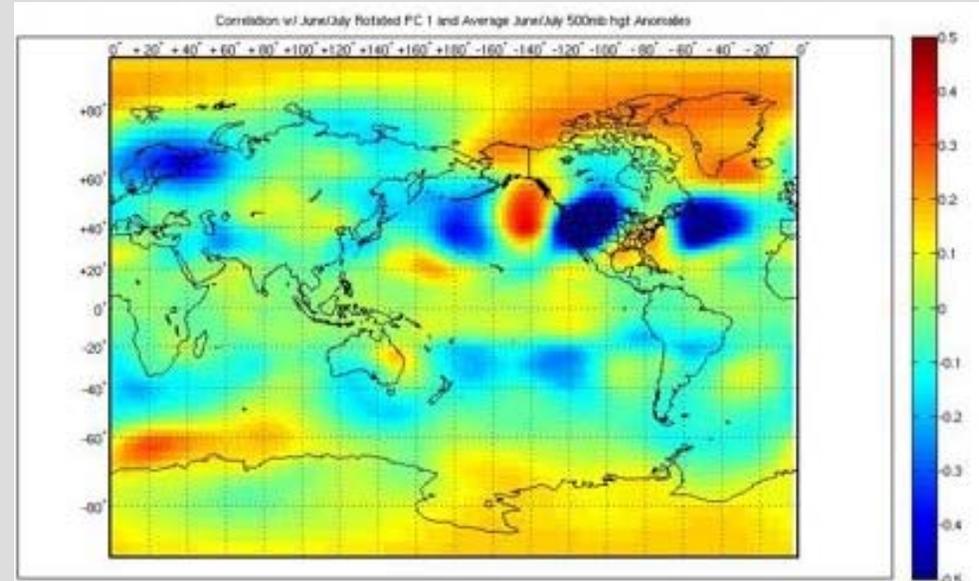


Su relación a la circulación atmosférica (las anomalías de geopotencial a 500-mb).

Ciancarelli et al. (2009)

Es necesario que un modelo represente este patrón de teleconexión en el verano.

Si no, no hay ninguna esperanza de hacer un pronóstico estacional que tenga valor.

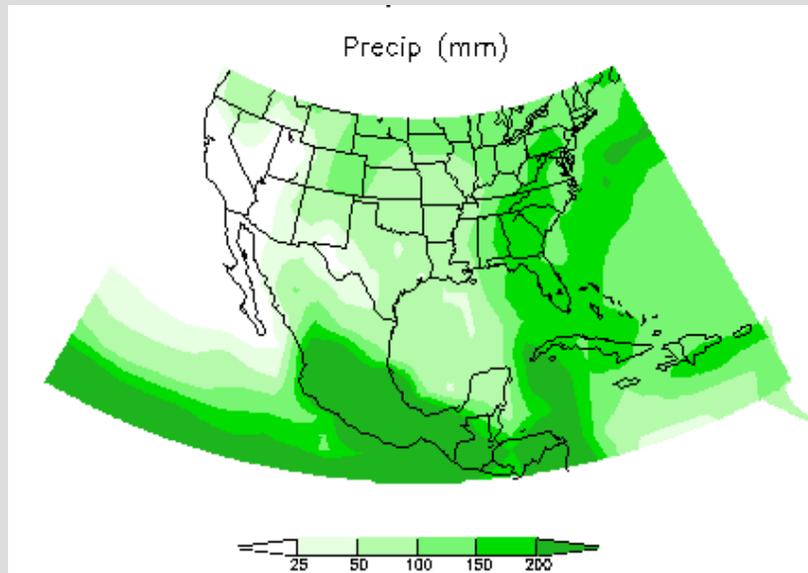


Su relación a la circulación atmosférica (las anomalías de geopotencial a la 500-mb).

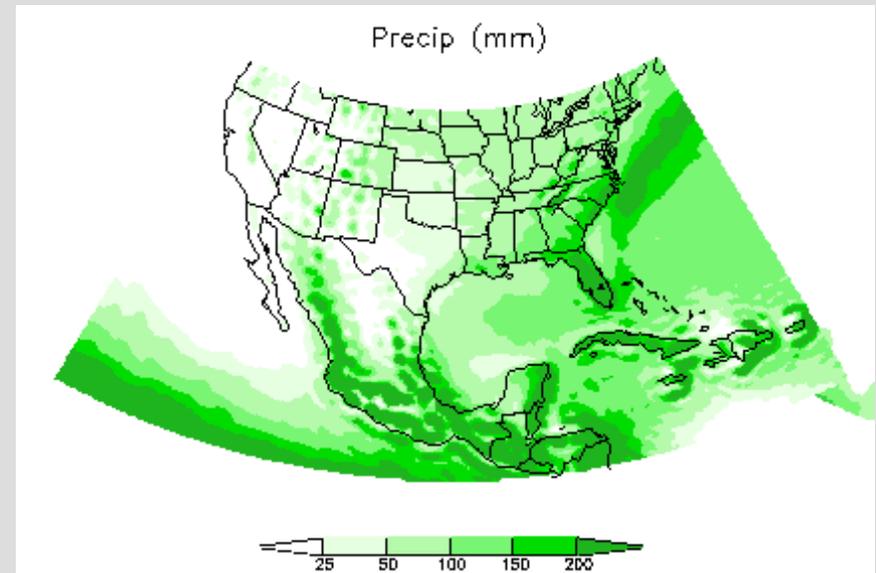
¿Podemos utilizar modelos atmosféricos de alta resolución para mejorar los pronósticos y las proyecciones?

Algunos ejemplos...

Pronósticos estacionales de precipitación acumulada durante el verano de 2009 del *National Center for Environmental Prediction* (NCEP)



Modelo global actual de baja resolución (~200 km)

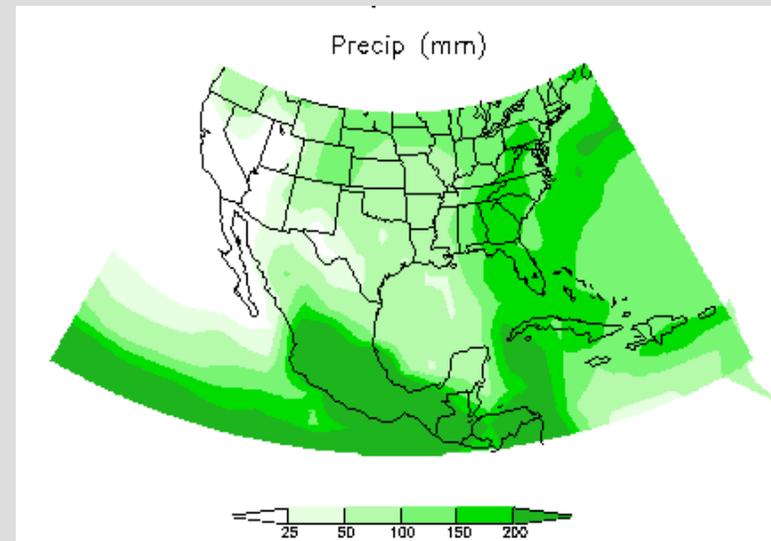


Modelo global experimental de alta resolución (~35 km)

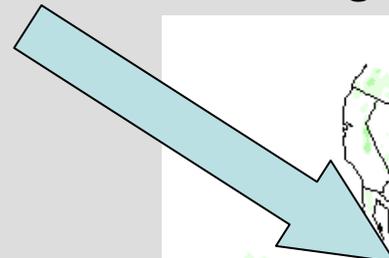
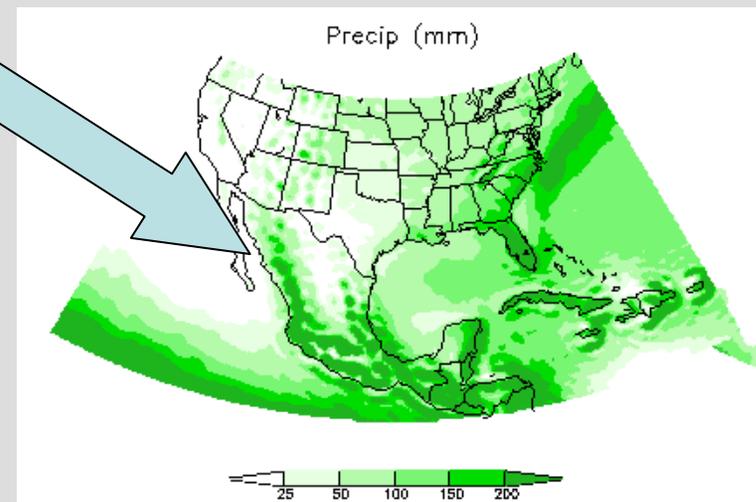
(Jae Schemm, NCEP)

Fíjense en el aumento de precipitación en las montañas debido a la mejor representación del ciclo diario de convección.

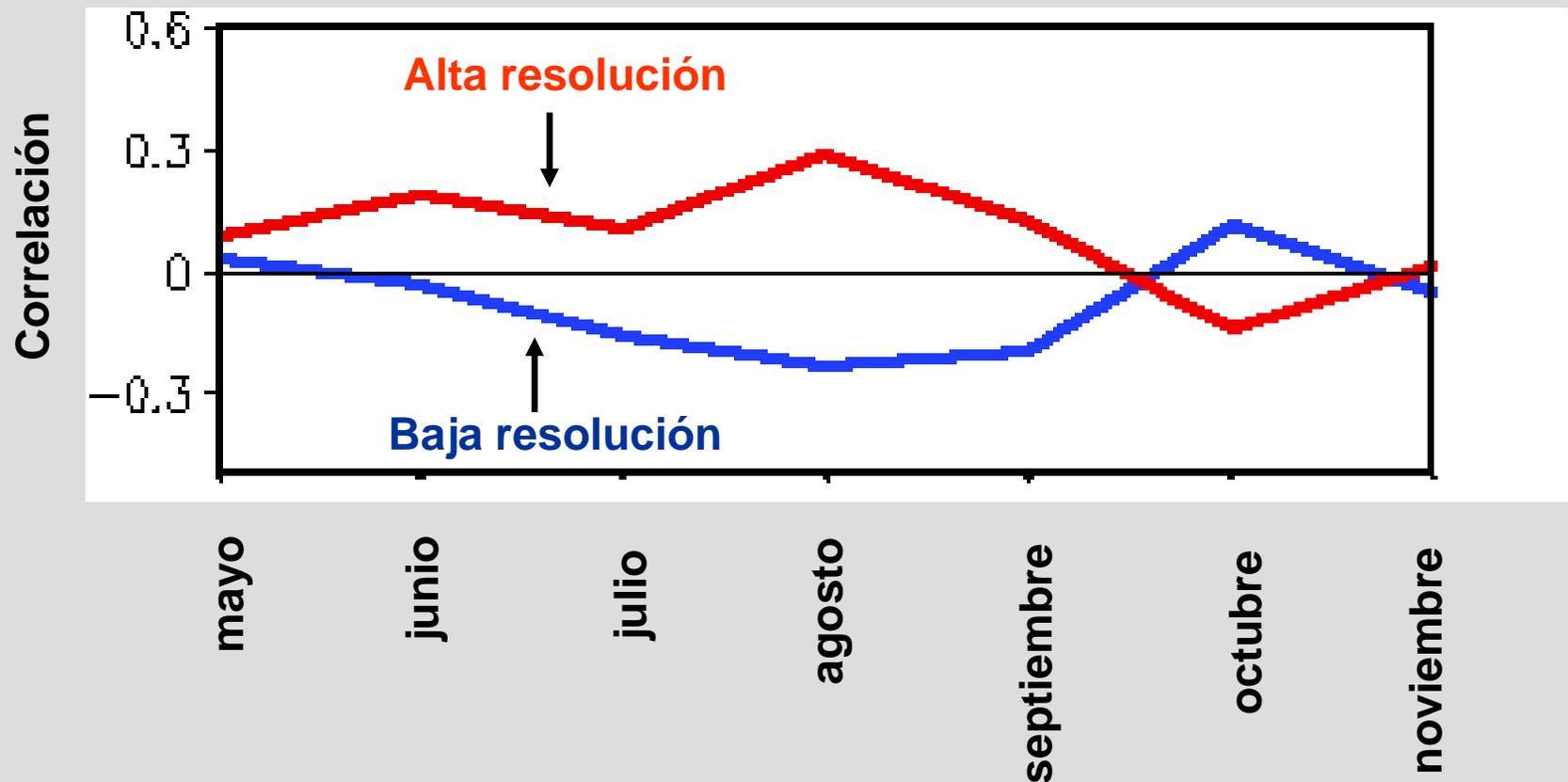
Modelo global de baja resolución



Modelo global de alta resolución



La correlación mensual de precipitación entre los pronósticos estacionales de NCEP y las observaciones en el noroeste de México (1982-2008)



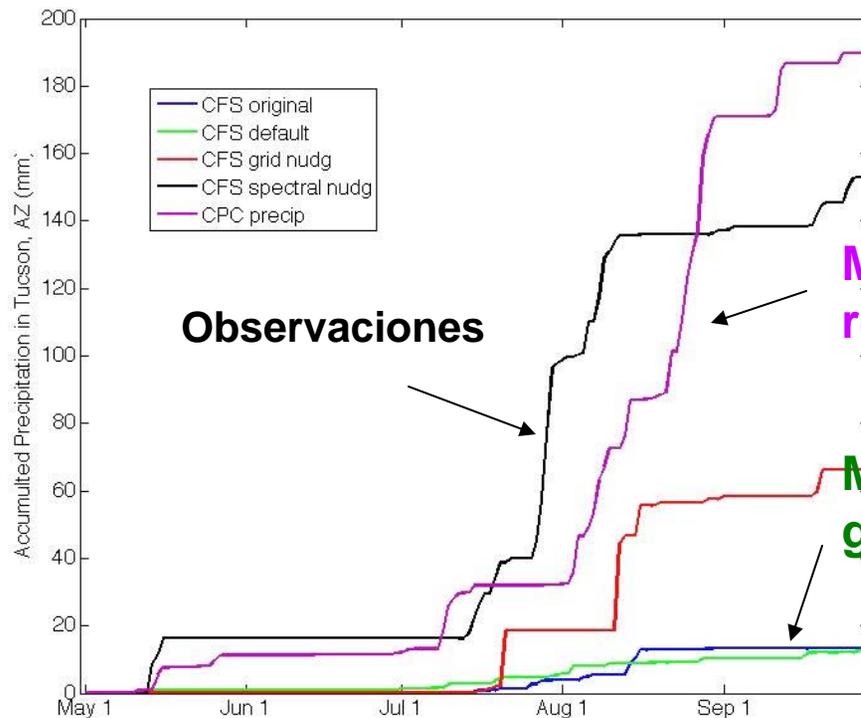
(Jae Schemm y Bhaskar Jha, NCEP)

Los modelos regionales son diferentes porque requieren datos de modelos globales a sus límites laterales.

Estamos utilizando los modelos del NCEP y del IPCC.

Tenemos resultados similares en UA utilizando el modelo regional (WRF) para pronósticos históricos

Tucson,
Arizona



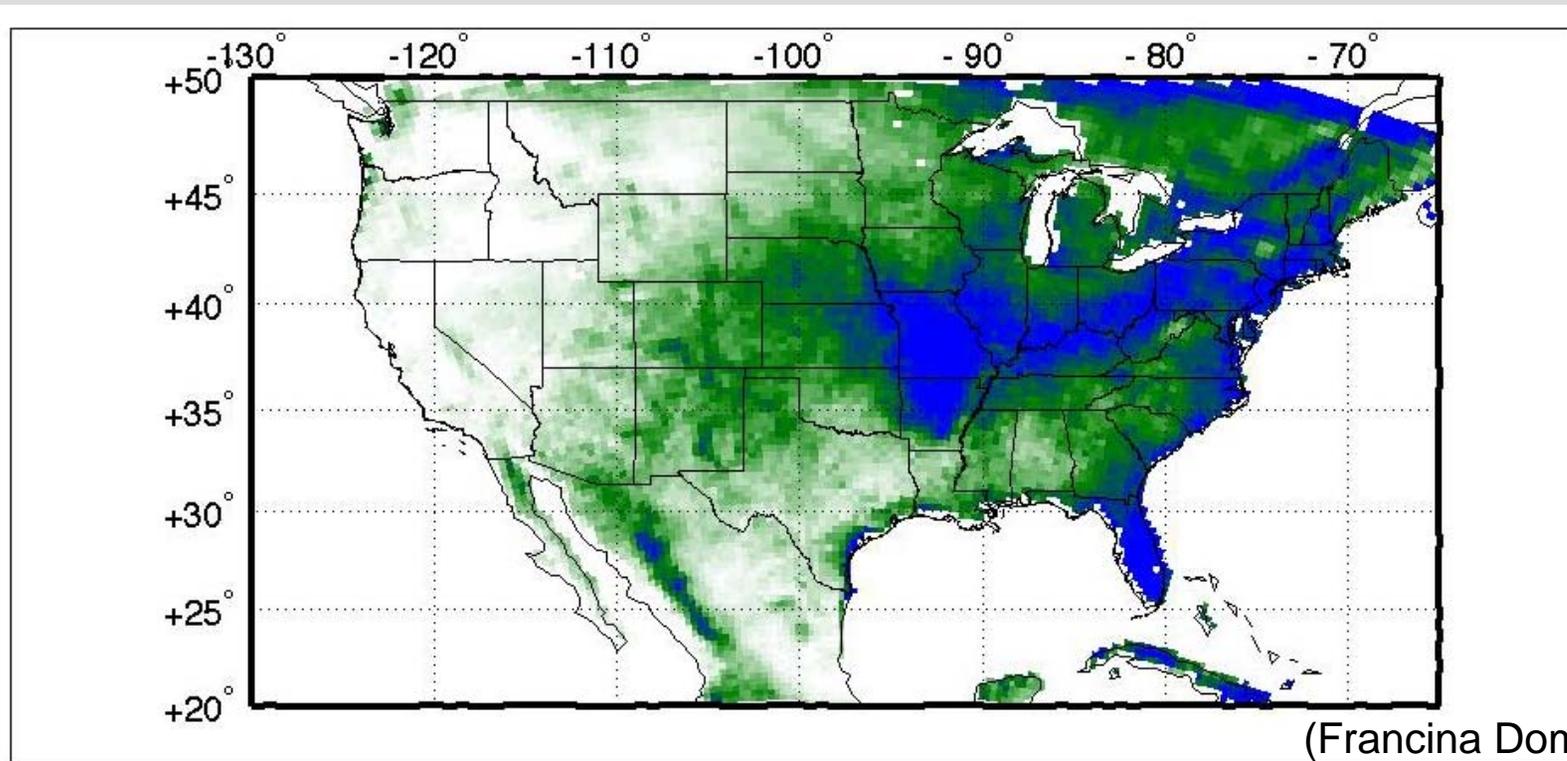
Modelo regional (alta res.)

Modelo global (baja res.)

(Francina Dominguez, UA)

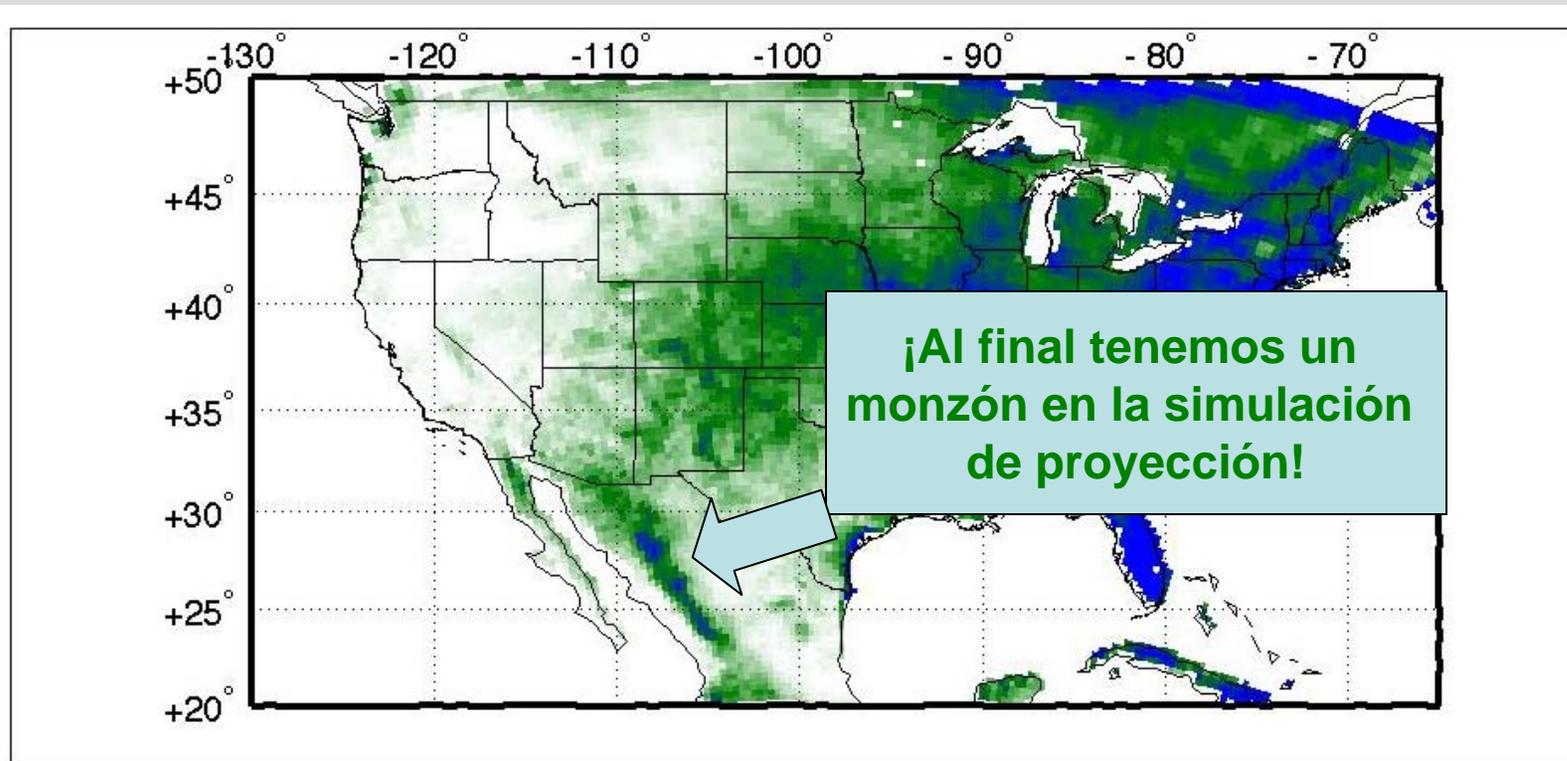
Ejemplo de la precipitación acumulada del verano simulada por WRF, el modelo global de NCEP, y las observaciones del año 1993.

También utilizamos el WRF para hacer proyecciones del cambio climático



Ejemplo de la precipitación simulada por WRF en julio del año 2010. Esta simulación se utiliza el modelo HadCM3 como sus condiciones límites laterales.

También utilizamos el WRF para hacer proyecciones del cambio climático



Ejemplo de la precipitación simulada por WRF en julio del año 2010. Esta simulación se utiliza el modelo HadCM3 como sus condiciones límites laterales.

Anticipamos que todas nuestras simulaciones climáticas con WRF ser completados y analizados dentro de uno o dos años.

Es muy claro que hay una gran necesidad de este tipo de información para tomar decisiones con respecto a los recursos en México y los EE.UU.

Conclusiones

Aunque el monzón afecta la gran área del suroeste del EE.UU. y el noroeste de México, la precipitación es de tormentas que ocurre en la escala local.

Modelos actuales globales no representan bien los procesos que influyen la precipitación durante el verano. Estos incluyen el ciclo diurno de convección, variabilidad dentro del monzón, y la variabilidad interanual.

Por eso, no debemos confiar en los productos actuales que dependen de modelos globales de baja resolución para representar el monzón norteamericano. Es muy probable que esta conclusión sea la misma en otras regiones durante el verano (e.g. el monzón del America del Sur).

Modelos (globales o regionales) de alta resolución mejoran la representación del monzón de tal manera que sus resultados se pueden utilizar para tomar decisiones. Estos productos estarán disponibles dentro de pocos años.

Taller de los Impactos del Monzón

IPGH aprobó esta propuesta de la Comité Geofísica para un taller en 2009. Esta propuesta tienen investigadores de México y los EE.UU. (Drs. Jimmy Adegoke y Tereza Cavazos). También les estoy ayudando a ellos en sus esfuerzos.

Solamente \$7000 fue aprobado y estos recursos no son suficientes para los gastos del taller. Ya buscamos fondos adicionales de fuentes estadounidenses.

Se pidió una extensión del taller hasta 2010. Algunos lugares para conducirlo incluyen:

- En la Ciudad de México o Costa Rica como un taller apartado (abril hasta mayo?)**
- En Brasil durante la reunión del AGU más tarde**

¿¿Le interesa apoyar este taller a un miembro de la Comité Geofísica??