

MODELADO CLIMÁTICO REGIONAL EN SUDAMÉRICA: ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Silvina Solman
CIMA/CONICET-UBA

DGF-CR2 Universidad de Chile
Santiago de Chile
20 de junio de 2017

Modelado climático regional en Sudamérica

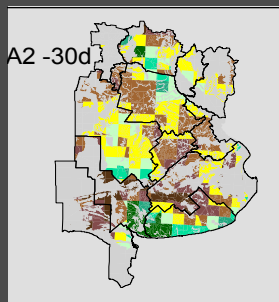
- ¿Que son los Modelos Climáticos Regionales?
- Un poco de historia: Evolución del modelado climático regional durante los últimos 10 años
- Estado actual del MCR
- Perspectivas futuras

La información climática a escala **regional** es crítica para los estudios de impacto

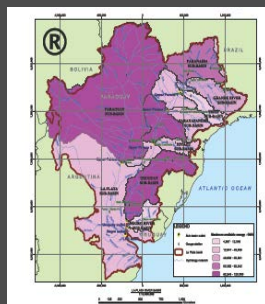
Impactos potenciales del cambio climático

Temperatura – Precipitación

Producción agrícola



Recursos hídricos



Biodiversidad



Dinámica de bosques



Necesidad de información en alta resolución

Modelos Climáticos Globales de alta resolución

Modelos Climáticos Regionales

MODELO	RESOLUCIÓN (°)
ACCESS1.0	1.25x1.875
BCC-CSM1.1	2.79x2.81
CCSM4	0.9424x1.25
CESM1(BGC)	0.9424x1.25
CMCC-CESM	3.44x3.75
CNRM-CM5	1.4x1.4
CSIRO-Mk3.6.0	1.865x1.875
CanESM2	2.79x2.81
EC-EARTH	1.125x1.125
FGOALS-g2	2.79x2.8125
GEOS-5	2x2.5
GFDL-ESM2G	2x2
GISS-E2-H-CC	2x2.5
HadGEM2-ES	1.25x1.875
IPSL-CM5A-MR	1.26x2.5
MIROC-ESM	2.79x2.81
MPI-ESM-LR	1.865x1.875
MRI-ESM1	1.12x1.125
NorESM1-M	1.89x2.5

Resolución espacial
de los Modelos
Globales Acoplados
(CMIP5)
entre 1° y 3°

Por qué necesitamos Modelos Climáticos Regionales?

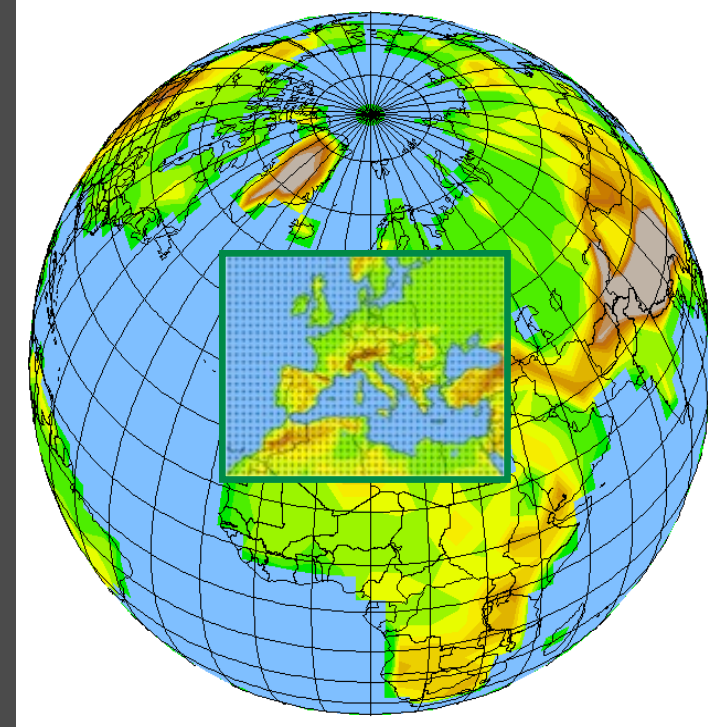
Modelos Globales

- ✓ Características de la circulación en gran escala.
- ✓ Respuesta de la circulación de gran escala a forzantes del sistema climático.
- ✗ Baja resolución espacial (del orden de 100 km)
- ✗ Dificultad para reproducir patrones regionales debido a que no representan los forzantes regionales que modulan la estructura espacial y temporal del clima regional.

Forzantes regionales: topografía, cobertura de la vegetación, agua continental, contrastes océano-continente.

Modelado Climático Regional

- Un Modelo Regional (MCR) es anidado en un modelo global con el fin de aumentar regionalmente la resolución del modelo.
- El MCR requiere Condiciones Iniciales y Condiciones de Borde Lateral que son provistas por el Modelo Global o de análisis.



El Modelo Global simula la circulación de gran escala, el Modelo Regional simula el efecto de forzantes de escala regional y provee información climática de alta resolución.

Un poco de historia...

- Principios de la década del 2000:
 - Diferentes MCR
 - Simulaciones de algunos meses
 - Dominios y resoluciones diferentes

Chou et al., 2001; Menéndez et al., 2001; Nicolini et al., 2002; Misra et al., 2002; 2003; Seth and Rojas, 2003; Rojas and Seth, 2004; Seth et al., 2004; Rojas, 2006; Da Rocha et al., 2009 ...



Un poco de historia...

- Avanzada la década del 2000
 - Diferentes MCR
 - Simulaciones climáticas (5 a 30 años)
 - Dominios y resoluciones diferentes

Seth et al., 2007; Rauscher et al., 2007; Solman et al., 2008; Nuñez et al., 2009; Solman and Pessacg, 2011; Reboita et al., 2010; Pesquero et al., 2010; Marengo et al., 2009; 2010; 2012; Urrutia and Vuille, 2009; Solman and Pessacg, 2012; da Silva et al., 2010; Garreaud and Falavey, 2009; Buytaert et al., 2010

- Sensibilidad: configuración MCR, parametrizaciones; condiciones de contorno
- Proyecciones de cambio climático
- Ensamblajes

Incertidumbre en la simulación del clima regional y en las proyecciones

Experimentos coordinados

❖ CLARIS (2004-2006)

- ❖ RCM anidados en ERA-40
- ❖ Simulaciones de varios meses; simulaciones de 10 años
- ❖ Resolución: 50 km

❖ CLARIS-LPB (2008-2012)

- ❖ Resolución: 50km

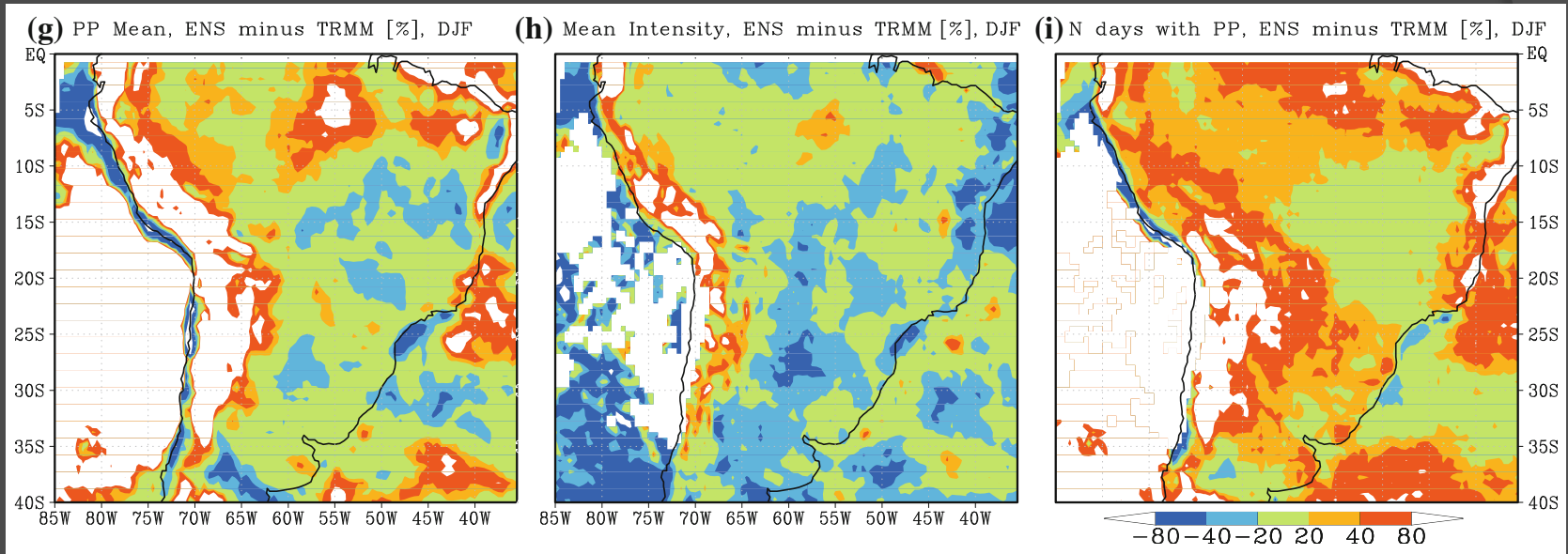
❖ CORDEX

- Giorgi et al., 2009

Dominio
CORDEX-SAM

Experimentos coordinados para Sudamérica

CLARIS: 5 MCR, 1 GCM con retícula telescópica; 1 ESD
(Menéndez et al., 2010; Carril et al., 2012)



- Diversidad en la calidad de las simulaciones
- Identificación de errores sistemáticos mas importantes en la simulación de la temperatura y precipitación media estacionales.

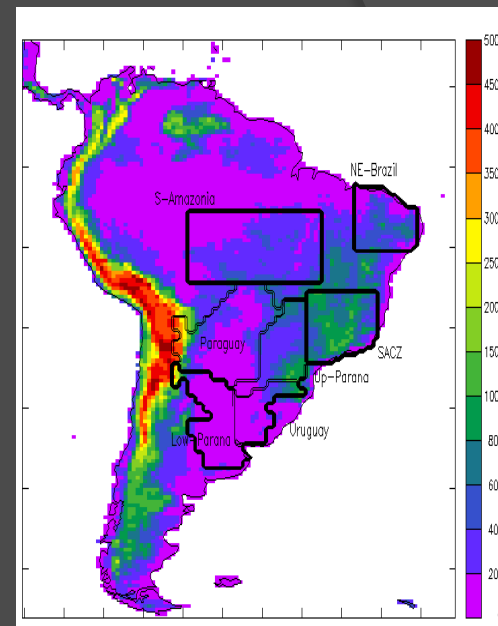
Experimentos coordinados

❖ CLARIS-LPB (2008-2012)

- ❖ RCM anidados en ERA-Interim (evaluación)
- ❖ RCM anidados en MCG (CMIP3) histórico y escenarios (SRESA1B)
- ❖ Resolución: 50 km

❖ CORDEX (Giorgi et al., 2009)

- ❖ RCM anidados en MCG (CMIP3) RCPs
- ❖ Resolución: 50km



Dominio CORDEX-SAM

Que aprendimos a partir de los experimentos coordinados?

Experimentos coordinados para Sudamérica

CLARIS-LPB

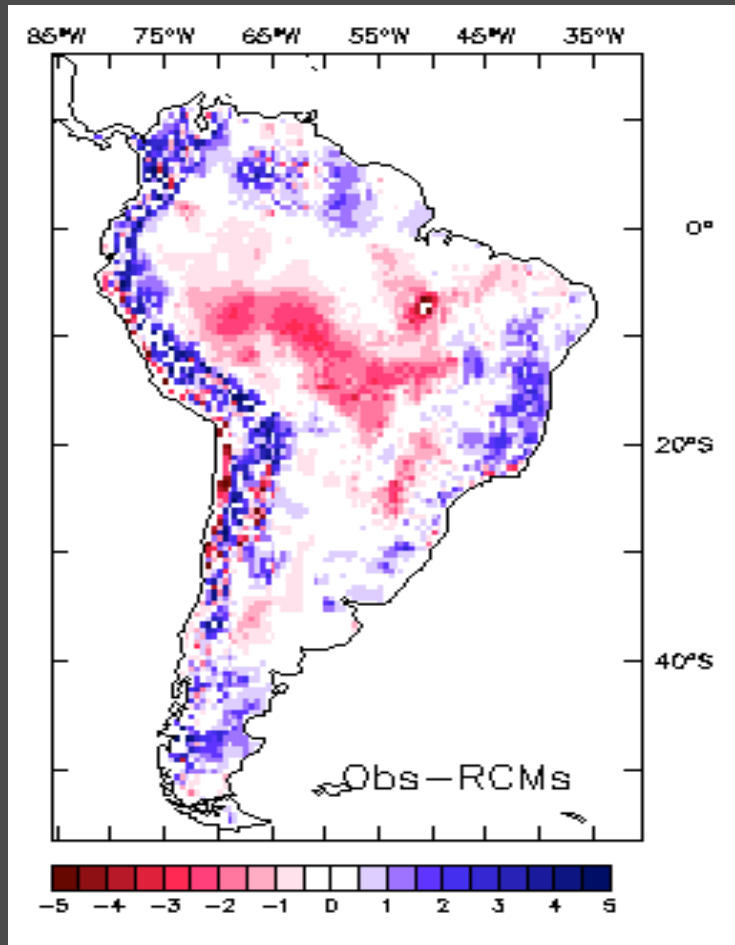
RCM/ Institution	ERA Interim (1990-2008)	GCM	Present climate (1961-1990)	Near future (2011-2040) A1B	Far future (2071-2100) A1B
RegCM3/USP	X	HadCM3-Q0	X	X	X
		EC50M-R1	X	X	X
RCA/SMHI	X	EC50M-R1	X	X	X
		EC50M-R2	X	X	X
		EC50M-R3	X	X	X
MM5/CIMA	X	HadCM3-Q0	X	X	
REMO/MPI	X	EC50M-R3	X	X	X
PROMES/UCLM	X	HadCM3-Q0	X	X	X
LMDZ/IPSL	X	IPSLA1B	X	X	X
		HadCM3-Q0	X	X	X
ETA/INPE	X	HadCM3-Q0	X	X	X



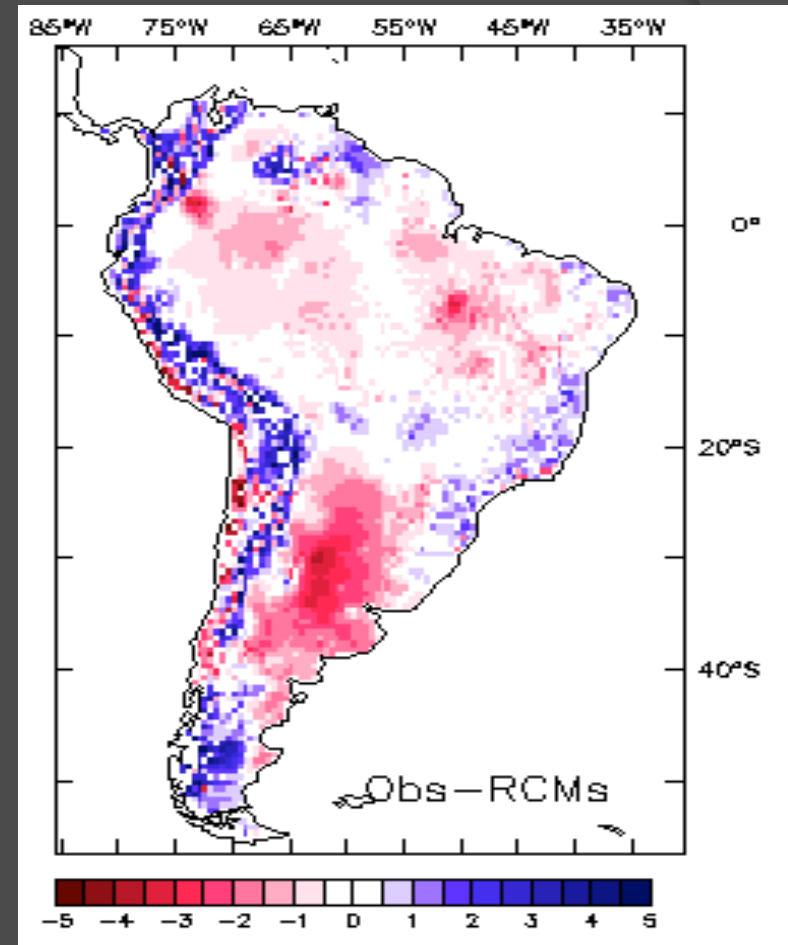
Incertidumbre asociada al MCG conducente; MCR, variabilidad interna.

Solman et al, 2013 Clim Dyn; Sánchez et al., 2017 Clim Dyn;
Clim Res 2016 SI

Ensemble de 7 MCR (CLARIS-LPB): RCM anidados en ERA-Interim- Simulaciones de evaluación



JJA

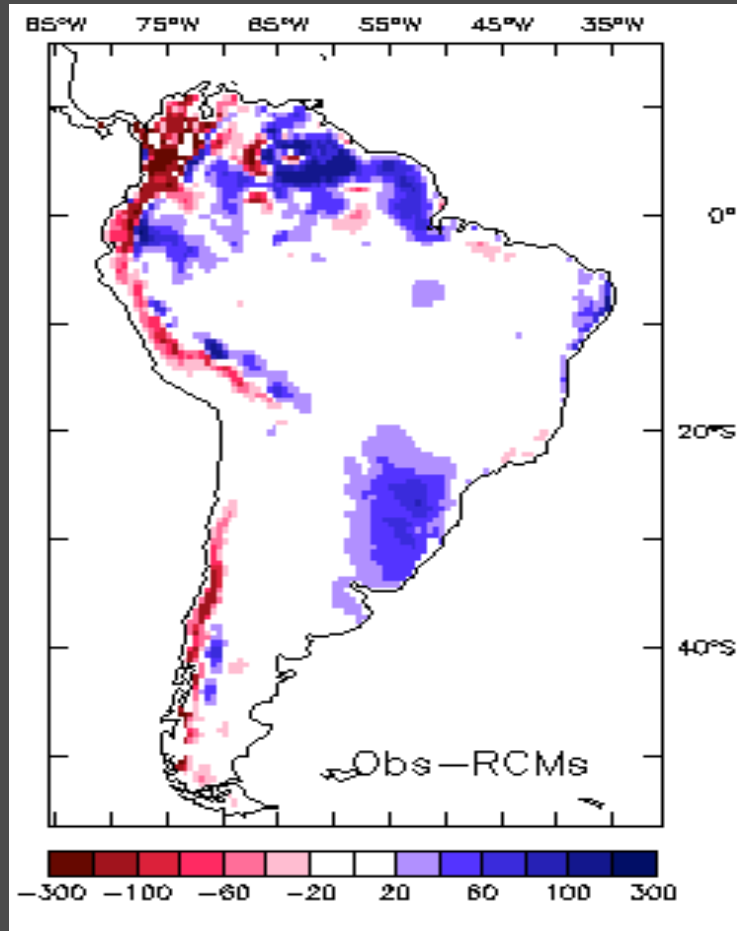


DJF

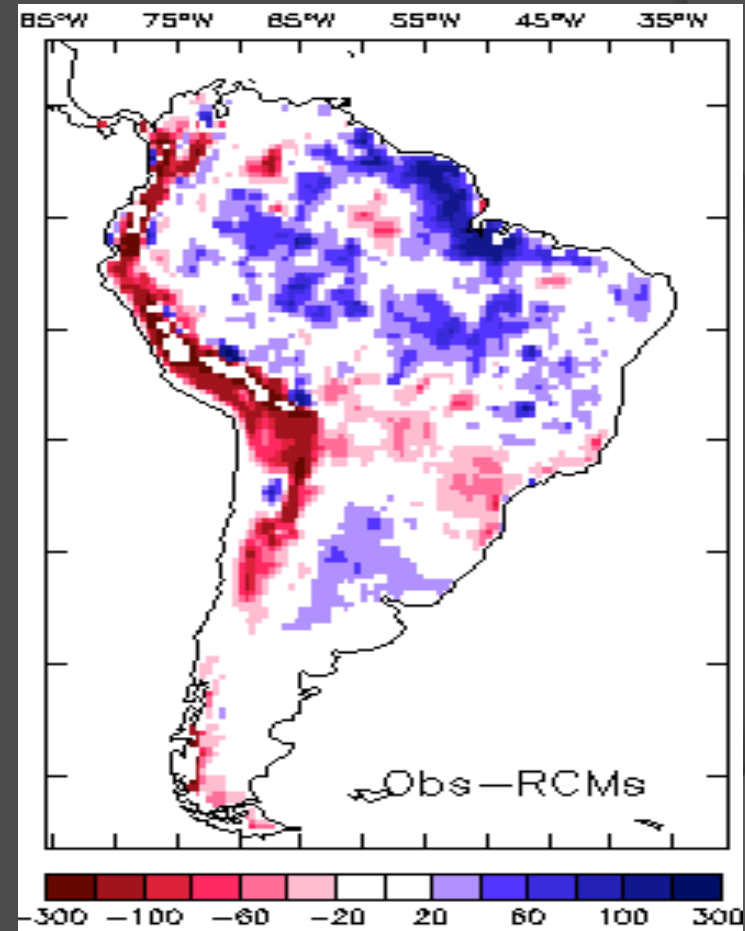
BIAS Temperatura (con respecto a CRU)

Solman et al. 2013

Ensemble de 7 MCR (CLARIS-LPB): RCM anidados en ERA-Interim- Simulaciones de evaluación



JJA



DJF

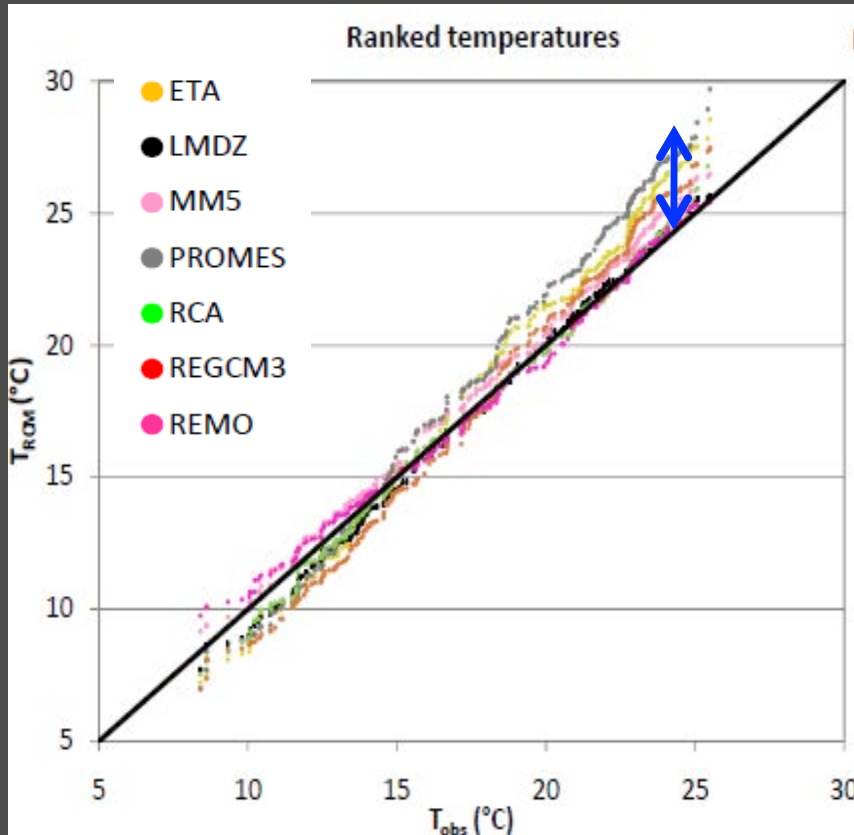
BIAS Precipitacion (mm/mes)

Solman et al. 2013

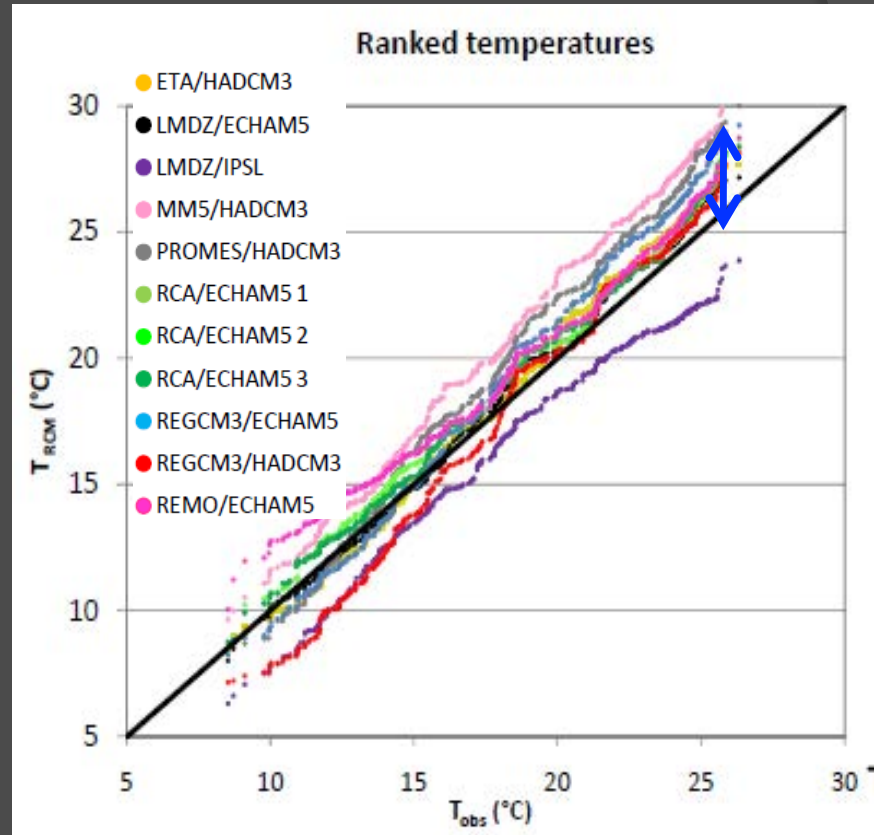
Bias de temperatura sobre LPB

RCMs anidados en ERA-Interim y GCM

ERA-I driven RCMs



GCM driven RCMs



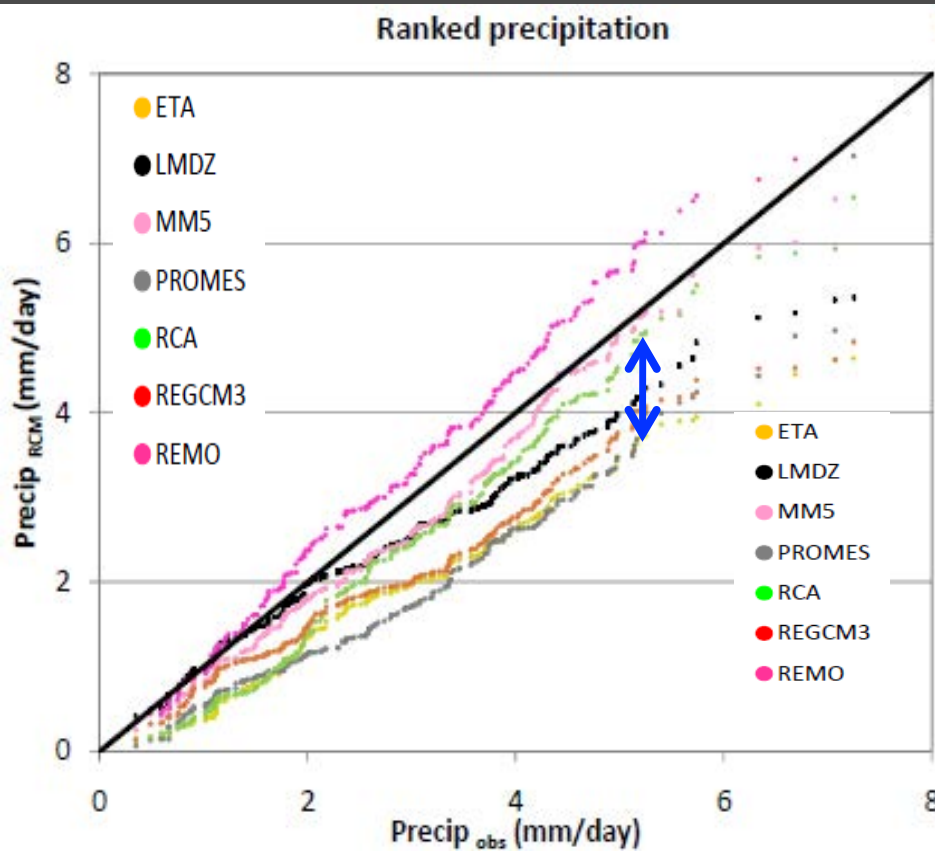
- La temperatura simulada es (siempre) mayor para condiciones mas cálidas

Solman, 2016

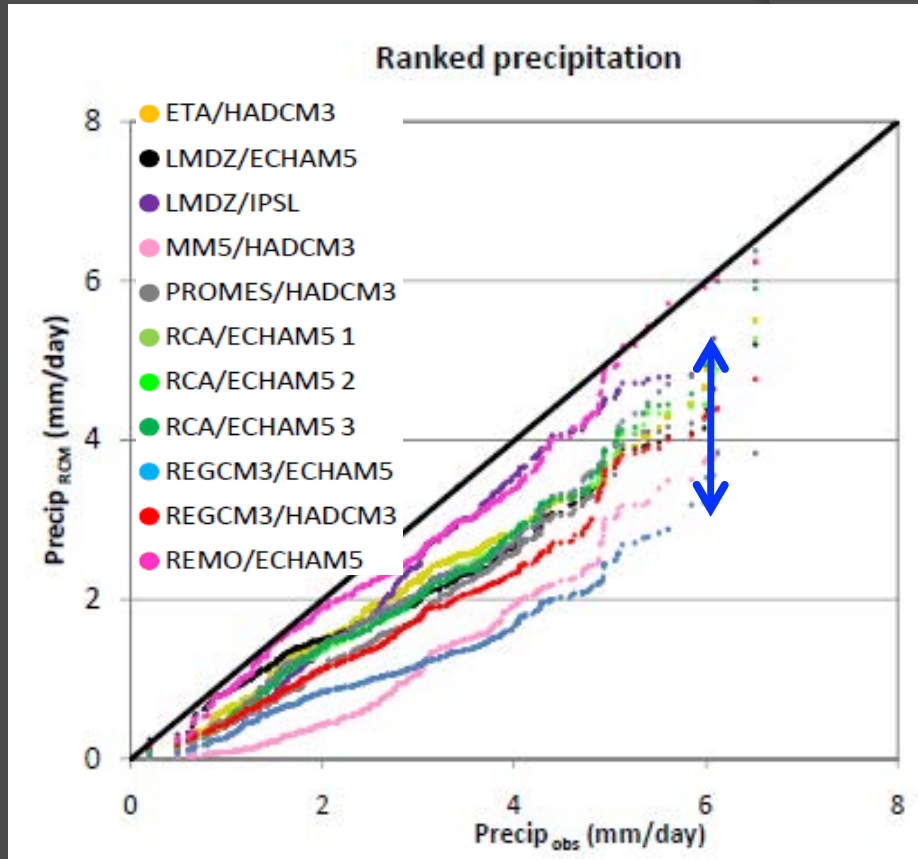
Bias de precipitación sobre LPB

RCMs anidados en ERA-Interim y GCM

ERA-I driven RCMs



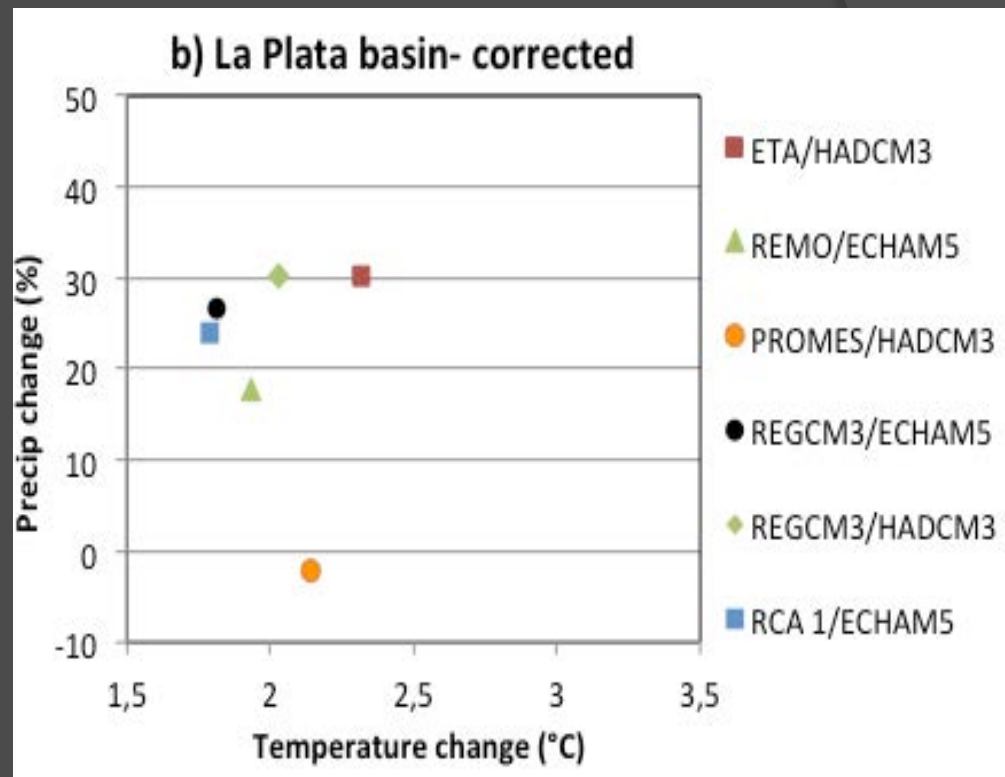
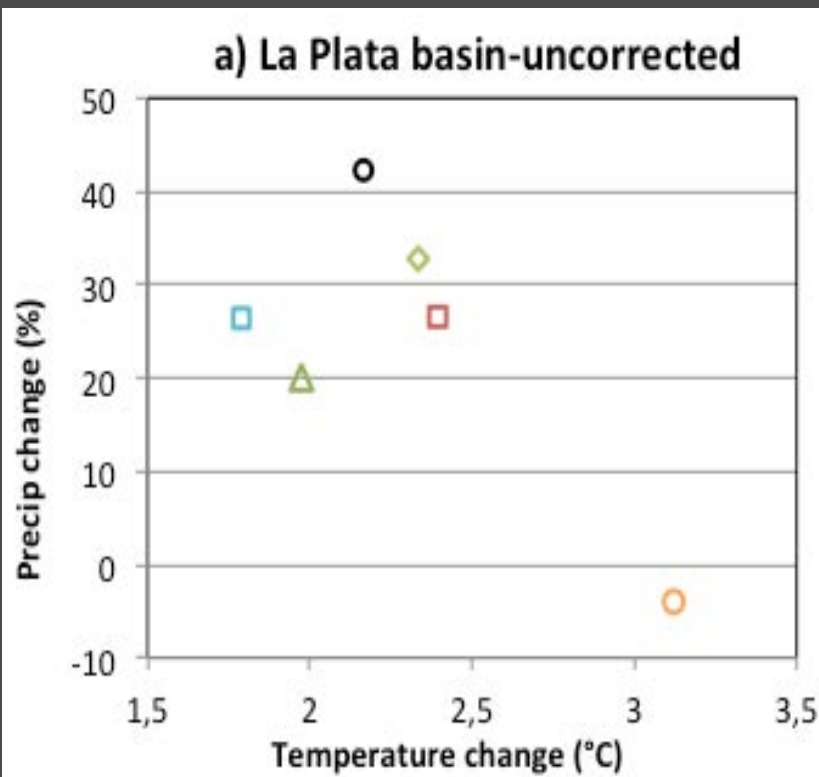
GCM-driven RCMs



➤ Los modelos son (siempre) mas secos para condiciones mas húmedas.

Solman, 2016

Corrección de errores sistemáticos: Método “quantile mapping”



- Los cambios proyectados de temperatura y precipitación cambian luego de aplicar el método de corrección de errores
- La nube es menos dispersa

CORDEX



www.cordex.org

● Desafíos científicos:

- Mejorar la comprensión de fenómenos climáticos relevantes de escala regional /local, su variabilidad y cambio a través del downscaling
- Evaluar y mejorar las técnicas de downscaling
- Producir conjuntos coordinados de proyecciones climáticas sobre todas las regiones continentales usando técnicas de downscaling
- Fomentar la interacción con usuarios de información climática regional.

CORDEX: Desafíos científicos

- Valor agregado
corrección de bias, incertidumbre
- Elemento humano
ciudades, uso de suelo
- Coordinación de experimentos con modelos acoplados
- Precipitación
sistemas convectivos, tormentas costeras
- Vientos intensos
tormentas de viento; vientos regionales intensos

Repositorio de datos



Domain	No. of RCM	No. of GCM	ERA Interim	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5	Total no of Simulations	Available on ESGF	Available through POC	Available in other ways
Africa	12	18	13	12	36	37	98	64	98	
Antarctica	8	11	8	2	11	13	35	?	?	?
Arctic	18	6	23	-	10	26	59	34	29	6
Australasia	5	11	5	-	10	20	35	-	9	26
Central Asia	1	3	1	-	3	3	10	-	10	
East Asia	2	5	2	-	5	6	13	-	13	
SEACLID	8	16	3	-	15	15	48	?	?	?
South Asia	7	15	4	6	27	24	61	45	16	
EURO-CORDEX EUR-44 EUR-11	10	12	29	17	29	32	107	54	46	
			15	16	20	28	79	45	16	
MENA	7	8	8	2	12	12	34	15	19	
North America	10	6	15	1	7	15	42	9	27	6
Central America	3	10	5	6	3	12	26	23	3	
South America	6	5	4	-	9	9	23	?	?	?

CORDEX SAM

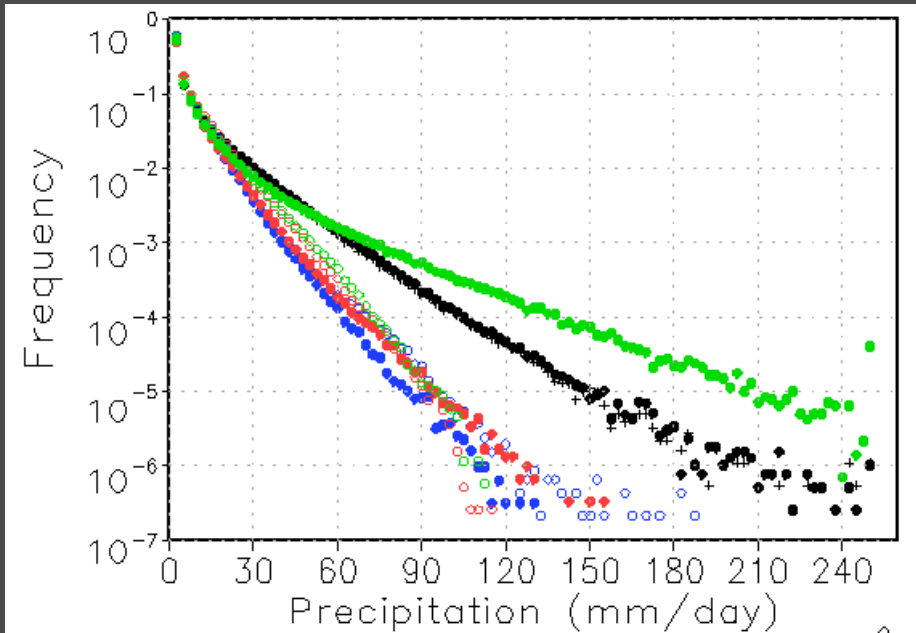


Regional Model (RCM)

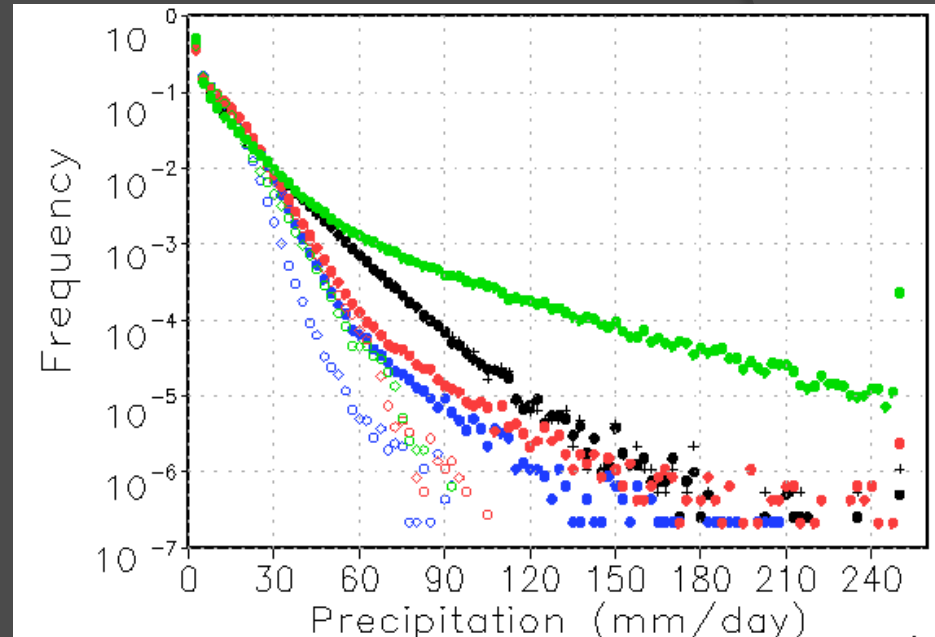
	RCA4	REgCM4	REMO	WRF	PRECIS	ETA	
ERA-Int	0.44°	0.44°	0.44°	0.22°	0.22°		RCP
EC-Earth	0.44°						4.5 / 8.5
MPI-ESM-LR	0.44°	0.44°	0.44°				4.5 / 8.5
ICHEC	0.44°						4.5 / 8.5
HadGEM		0.44°		0,44	0.22°	20 km	4.5 / 8.5
GFDL		0.44°					4.5 / 8.5

Estadística de la precipitación diaria

LPB



SACZ

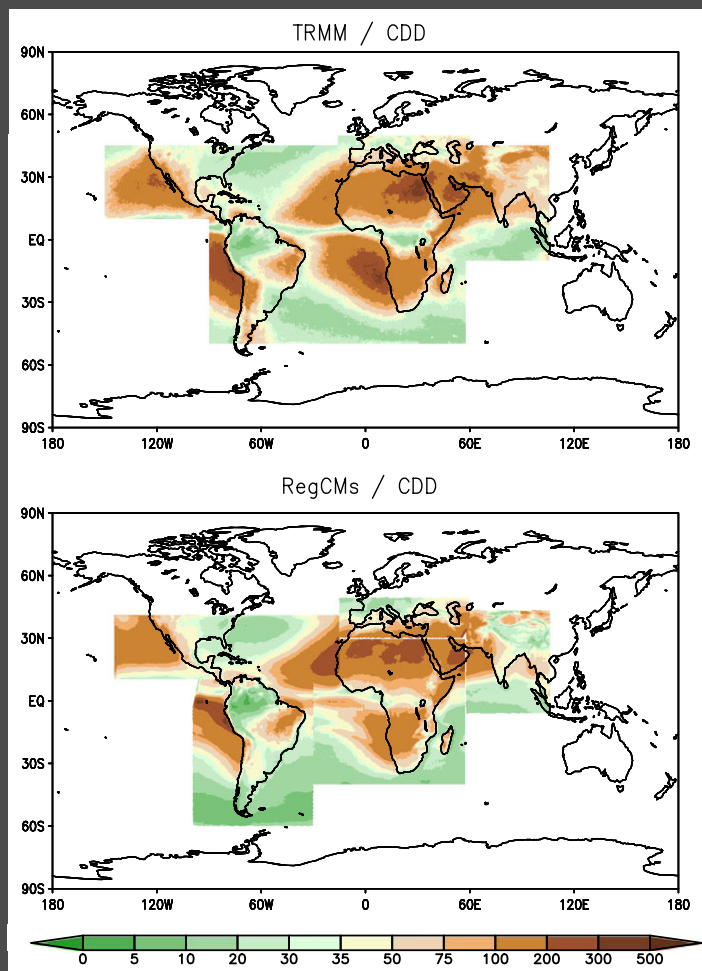


- UNI
- RCA4-ICHEC
- RCA4-MPI-LSM
- REMO-EC50M1
- ICHec
- MPI-LSM
- EC50M1

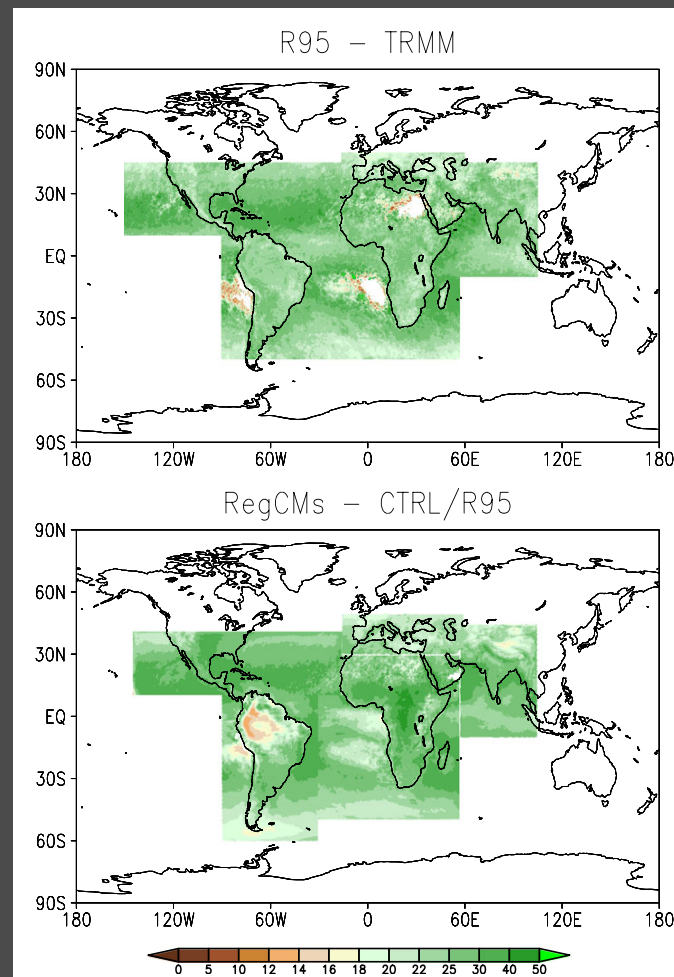
Deficiencias en la simulación de la precipitación moderada y extrema

Solman and Blázquez,
2016-ICRC2016

Extremos a partir del ensamble con RegCM4



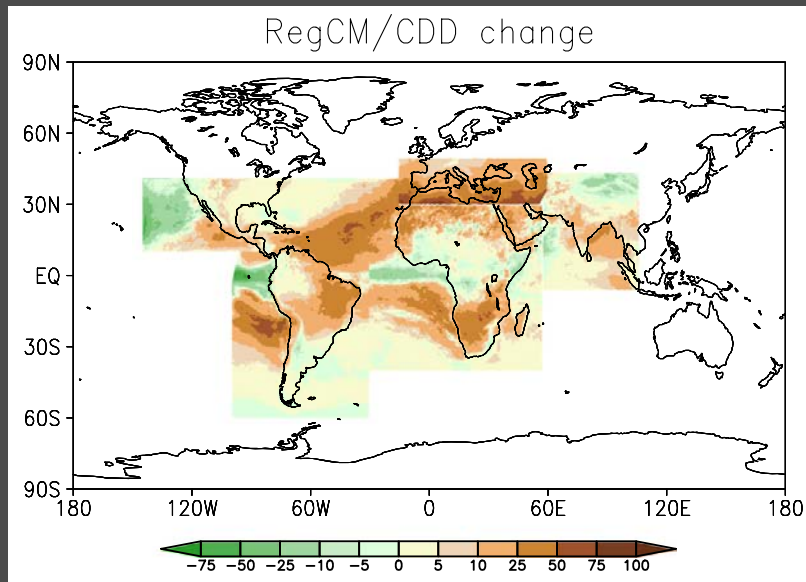
Número de días secos consecutivos (CDD)



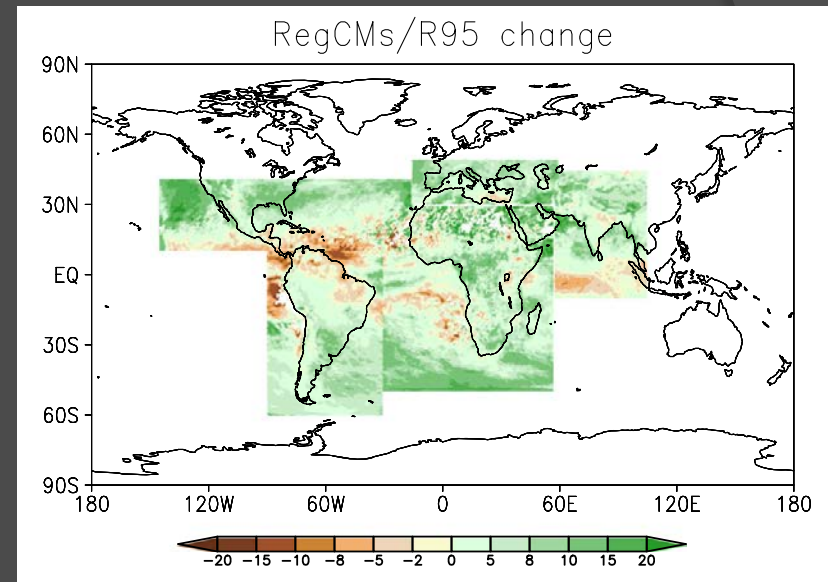
Precipitación intensa (porcentaje de precipitación superior al percentil 95)

Giorgi et al., 2014

Proyecciones a partir del ensamble con RegCM4 (RCP8.5)



Cambio en el número de días
secos consecutivos



Cambio en la precipitación intensa

Giorgi et al., 2014

CORDEX SAM

Regional Model (RCM)

	RCA4	REgCM4	REMO	WRF	PRECIS	ETA	
ERA-Int	0.44°	0.44°	0.44°	0.22°	0.22°		RCP
EC-Earth	0.44°						4.5 / 8.5
MPI-ESM-LR	0.44°	0.44°	0.44°				4.5 / 8.5
ICHEC	0.44°						4.5 / 8.5
HadGEM		0.44°		0,44	0.22°	20 km	4.5 / 8.5
GFDL		0.44°					4.5 / 8.5

- Es suficiente para producir información climática confiable?
- Que información climática deberíamos producir para la región?

Desafíos en el MCR en Sudamérica

- ✓ Mayor resolución

- ✧ Orografía
- ✧ Convección explícita

- ✓ Matriz más completa

- ✧ Mayor coordinación regional

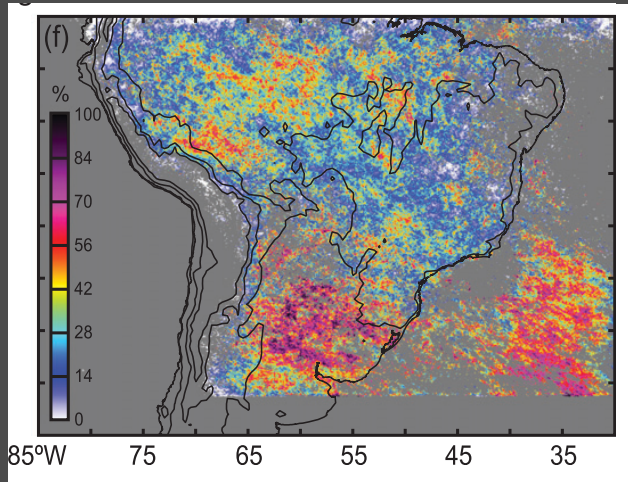
- ✓ Modelos acoplados

- ✧ Océano / Hidrología

- ✓ Predicción decadal

- ✓ Mejores bases de datos para aplicar “restricciones observacionales”

CORDEX Flagship Pilot studies



% Precipitación asociada a
MCC verano

- **CORDEX-FPS-SA: “Extreme precipitation events in Southeastern South America: a proposal for a better understanding and modeling”**
 - Simulaciones con WRF con convección permitida



Primer Taller CORDEX-FPS-SA – San José dos Campos, Brasil Marzo 2017