

El clima de la Península Ibérica desde la perspectiva de un modelo climático regional. Los últimos 500 años y el siglo XXI.

Juan Pedro Montávez

¹Departamento de Física
Universidad de Murcia

Escenarios de Cambio INM, 2006



Outline

- 1 Downscaling Dinámico
 - Algunos Conceptos



Outline

- 1 Downscaling Dinámico
 - Algunos Conceptos
- 2 El modelo de Ciculación General ECHO-G
 - Descripción
 - Experimentos con el modelo global



Outline

- 1 Downscaling Dinámico
 - Algunos Conceptos
- 2 El modelo de Ciculación General ECHO-G
 - Descripción
 - Experimentos con el modelo global
- 3 El Modelo Climático Regional
 - El sistema de modelado MM5 modificado
 - Configuración espacial y física
 - Experimentos llevados a cabo



Outline

- 1 **Downscaling Dinámico**
 - Algunos Conceptos
- 2 **El modelo de Ciculación General ECHO-G**
 - Descripción
 - Experimentos con el modelo global
- 3 **El Modelo Climático Regional**
 - El sistema de modelado MM5 modificado
 - Configuración espacial y física
 - Experimentos llevados a cabo
- 4 **Principales resultados**
 - Evaluación de la climatología
 - Variabilidad
 - Cambios pasados y proyectados
 - Comparaciones con reconstrucciones



Outline

- 1 **Downscaling Dinámico**
 - **Algunos Conceptos**
- 2 El modelo de Circulación General ECHO-G
 - Descripción
 - Experimentos con el modelo global
- 3 El Modelo Climático Regional
 - El sistema de modelado MM5 modificado
 - Configuración espacial y física
 - Experimentos llevados a cabo
- 4 Principales resultados
 - Evaluación de la climatología
 - Variabilidad
 - Cambios pasados y proyectados
 - Comparaciones con reconstrucciones



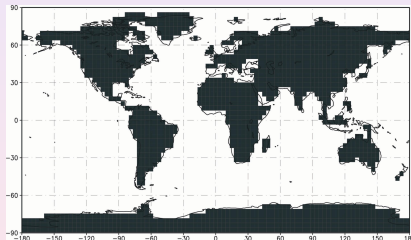
Problemas con la resolución: Downscaling

Resolución de GCMs

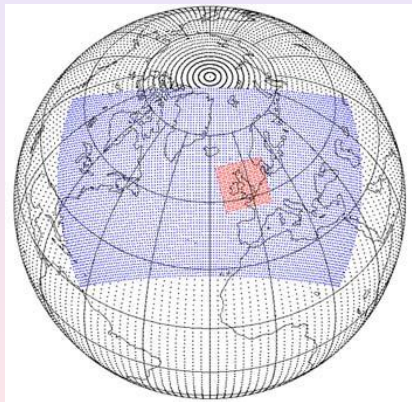
- Resolución basta
- Incapaz de captar fenómenos regionales.

Solución: downscaling

- Técnicas estadísticas
- Técnicas dinámicas



Regionalización dinámica

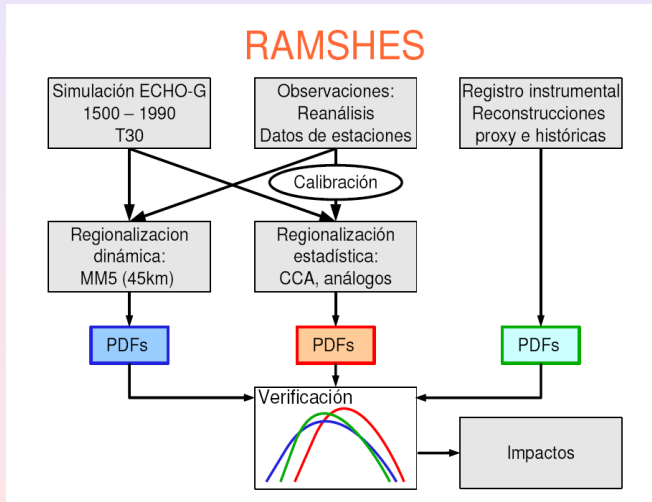


Modelo Climático Regional

- Modelo de área limitada o modelo mesoescalar
- Resuelve las ecuaciones dinámicas de la atmósfera
- Parametrizaciones Físicas
- Necesidad de condiciones de contorno
- Anidamiento unidireccional



El proyecto RAMSHES

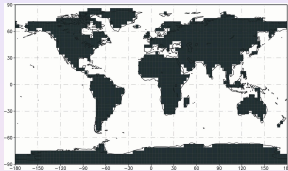


Outline

- 1 Downscaling Dinámico
 - Algunos Conceptos
- 2 El modelo de Ciculación General ECHO-G
 - Descripción
 - Experimentos con el modelo global
- 3 El Modelo Climático Regional
 - El sistema de modelado MM5 modificado
 - Configuración espacial y física
 - Experimentos llevados a cabo
- 4 Principales resultados
 - Evaluación de la climatología
 - Variabilidad
 - Cambios pasados y proyectados
 - Comparaciones con reconstrucciones



EI AOGCM ECHO-G



ECHAM4

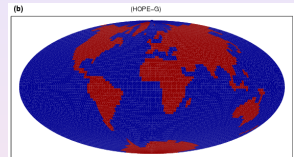
- ECMWF \Rightarrow MPI
- \approx ECHAM3 + fresh water on glaciers + river runoff + partial ice cover
- T30 \approx 3.75 x 3.75
- 19 vertical levels:
Highest: 10 hPa 30km
Lowest: \approx 30m



The Hamburg Atmosphere-Ocean
Coupled Circulation Model
ECHO-G

OASIS

- Acoplador
- Interpola
- Sincroniza



HOPE-G

- Prim. Eq. and Thermodyn.
- Sea ice model with snow cover
- Gauss. T42 \approx 2.8 x 2.8
- 0.5 Equator
- 20 levels

Experimentos realizados con ECHO-G

1 Control experiment

Present-day values

$S=1365 \text{ W m}^{-2}$ $[\text{CO}_2]=353 \text{ ppm}$

$[\text{CH}_4]=1720 \text{ ppb}$ $[\text{N}_2\text{O}]=310.0 \text{ ppb}$

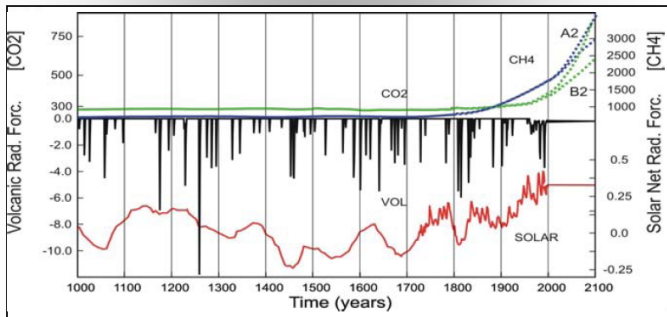
3 Forced simulations

1000 to 1990 A. D.

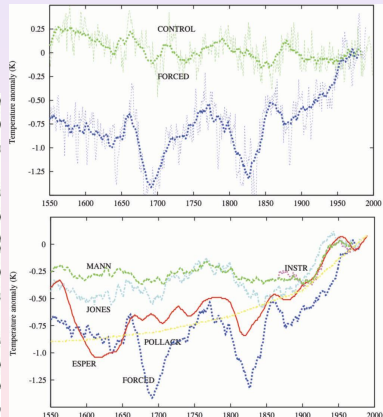
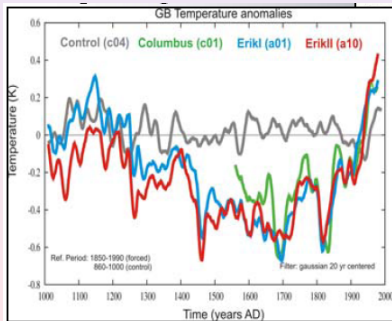
(Crowley, Science, 289 270-277, 2000)

After 1990 A. D.

(IPCC SRES, 2001)



Experimentos realizados con ECHO-G



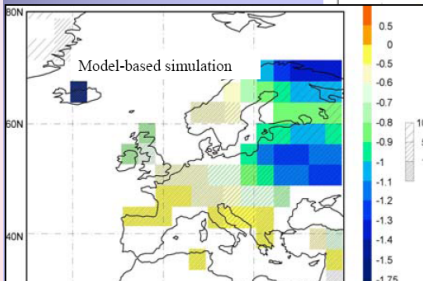
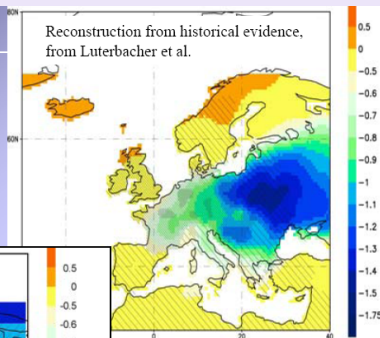
Una visión del Pasado: Mínimo de Maunder

ECHO-G: climate since 1000 AD

Simulations & reconstructions

Late Maunder Minimum

Zorita et al. Met. Schr., 13, 271-289, 2004



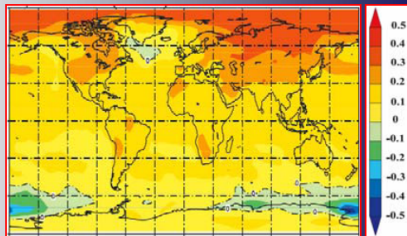
**1675-1710
vs. 1550-1800**



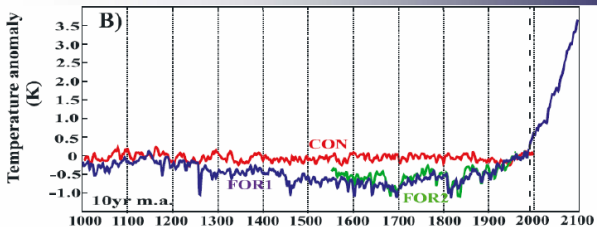
Una visión del Futuro

Scenario projections →2100 AD

Tendencias T (K/dec) 1800-2100 AD



Zorita et al., GRL, 32, L08707, 2005



Outline

- 1 Downscaling Dinámico
 - Algunos Conceptos
- 2 El modelo de Circulación General ECHO-G
 - Descripción
 - Experimentos con el modelo global
- 3 El Modelo Climático Regional**
 - El sistema de modelado MM5 modificado
 - Configuración espacial y física
 - Experimentos llevados a cabo
- 4 Principales resultados
 - Evaluación de la climatología
 - Variabilidad
 - Cambios pasados y proyectados
 - Comparaciones con reconstrucciones

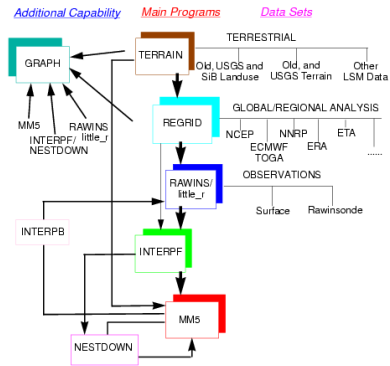


El Sistema de modelado MM5

Razones para usar MM5

- Es libre y soportado!!
- Bien documentado
- Multitud de opciones físicas
- Anidamiento en 1 y 2 direcciones
- Dinámica no hidrostática
- Adaptado a muchas plataformas
- Y otras

The MM5 Modeling System Flow Chart

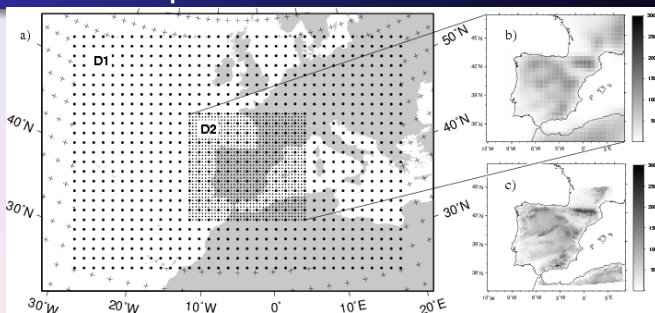


Modificaciones Necesarias para MM5

- Adaptación del Modulo REGRID para asimilación datos de ECHAM4
- Modificación de todas las subrutinas de fechas.
- Módulo para incluir forzamiento
- Modificación de las subrutinas de radiación
- Preparación para integraciones largas



Configuración espacial



Dominios

- D1 y D2 anidados bidireccionalmente
- Resolución D1 135km y D2 45km
- 23 niveles sigma hasta 100mb
- Nudging en D1 por encima de la capa límite

Configuración Física: Integraciones preliminares

Table 1. List of the main MM5 V3.6 physical schemes and parameterizations numbered as internally identified by MM5 in the configuration file. Those used in the sensitivity study are in bold face.

Explicit moisture	Cumulus	PBL	Radiation
1. Dry	1. None	0. None	0. None
2. Stable precip	2. Anthes-Kuo	1. Bulk PBL	1. Simple cooling
3. Warm rain	3. Grell	2. Blackadar	2. Cloud
4. Simple ice	4. Arakawa-Shubert	3. Burk-Thompson	3. CCM2
5. Mixed-phase	5. Fritsch-Chappell	4. Eta	4. RRTM
6. Goddard	6. Kain-Fritsch	5. MRF	
	7. Betts-Miller	6. Gayno-Seaman	
	8. Kain-Fritsch 2	7. Pleim-Chang	

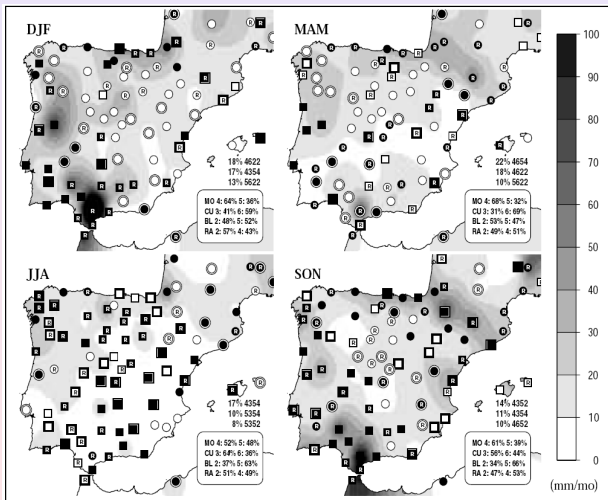
Configuración óptima

- Integraciones a partir de reanálisis
- 5 años (1980-1984)
- 4 grupos de parametrizaciones
- 2 parametrizaciones por grupo.
- Comparación con datos reales.

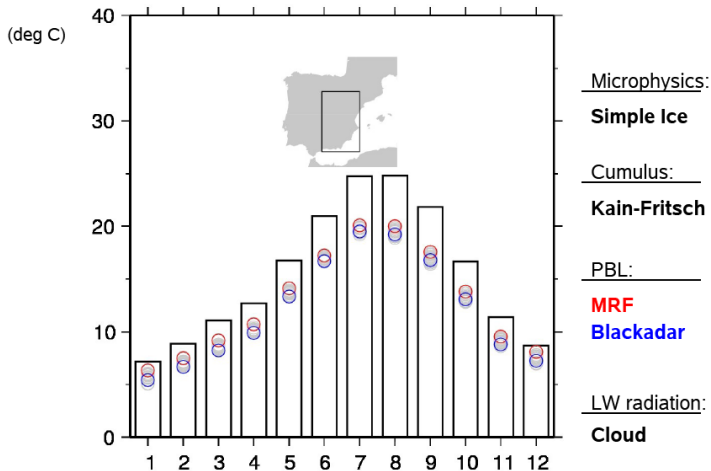
Symbol	Exp. id	Microphysics	Cumulus	PBL	Radiation	CPU Time
□	4322	Simple Ice	Grell	Blackadar	Cloud	177
▣	4324	Simple Ice	Grell	Blackadar	RRTM	191
■	4352	Simple Ice	Grell	MRF	Cloud	149
▣	4354	Simple Ice	Grell	MRF	RRTM	167
○	4022	Simple Ice	Kain-Fritsch	Blackadar	Cloud	182
⊗	4024	Simple Ice	Kain-Fritsch	Blackadar	RRTM	195
●	4052	Simple Ice	Kain-Fritsch	MRF	Cloud	152
⊖	4054	Simple Ice	Kain-Fritsch	MRF	RRTM	167
▣	5322	Mixed Phase	Grell	Blackadar	Cloud	194
▣	5324	Mixed Phase	Grell	Blackadar	RRTM	205
■	5352	Mixed Phase	Grell	MRF	Cloud	168
▣	5354	Mixed Phase	Grell	MRF	RRTM	186
○	5022	Mixed Phase	Kain-Fritsch	Blackadar	Cloud	198
⊗	5024	Mixed Phase	Kain-Fritsch	Blackadar	RRTM	216
●	5052	Mixed Phase	Kain-Fritsch	MRF	Cloud	171
⊖	5054	Mixed Phase	Kain-Fritsch	MRF	RRTM	184



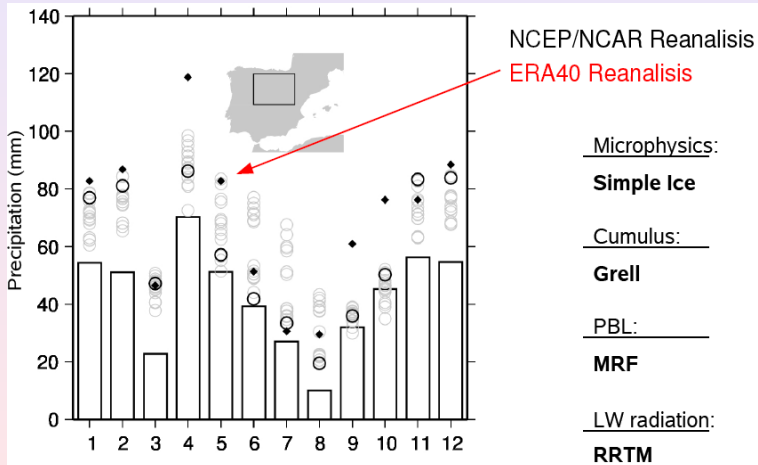
Sensibilidad Espacial



Sensibilidad ciclo anual: temperatura

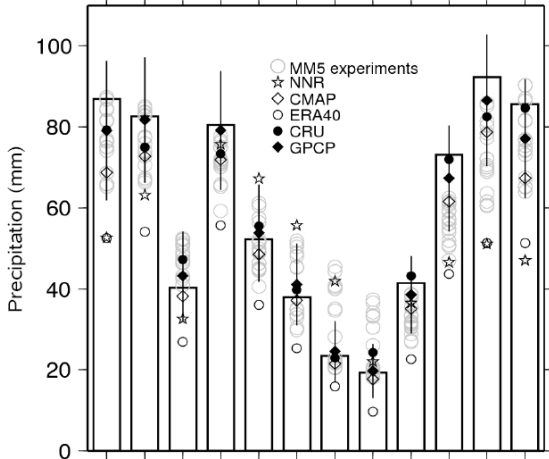


Sensibilidad ciclo anual: precipitación



Observational uncertainty

Precipitation



Experimentos realizados

Tabla de experimentos

Nombre	Forzamiento	Periodo
MM5-ECHOG	Erik-a01	1500-1990
MM5-NCAR	Reanalysis	1960-1990
MM5-ERA	Reanalysis	1960-1990
MM5-ECHOG-A2	Erik-a08	1990-2100
MM5-ECHOG-B2	Erik-a09	1990-2100



Outline

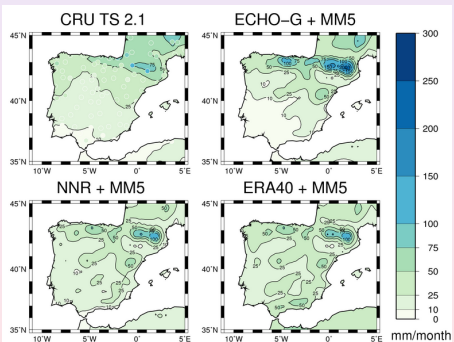
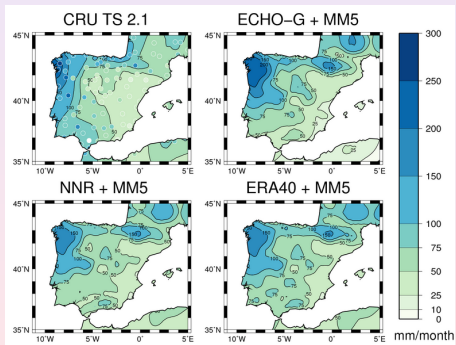
- 1 Downscaling Dinámico
 - Algunos Conceptos
- 2 El modelo de Ciculación General ECHO-G
 - Descripción
 - Experimentos con el modelo global
- 3 El Modelo Climático Regional
 - El sistema de modelado MM5 modificado
 - Configuración espacial y física
 - Experimentos llevados a cabo
- 4 Principales resultados
 - Evaluación de la climatología
 - Variabilidad
 - Cambios pasados y proyectados
 - Comparaciones con reconstrucciones



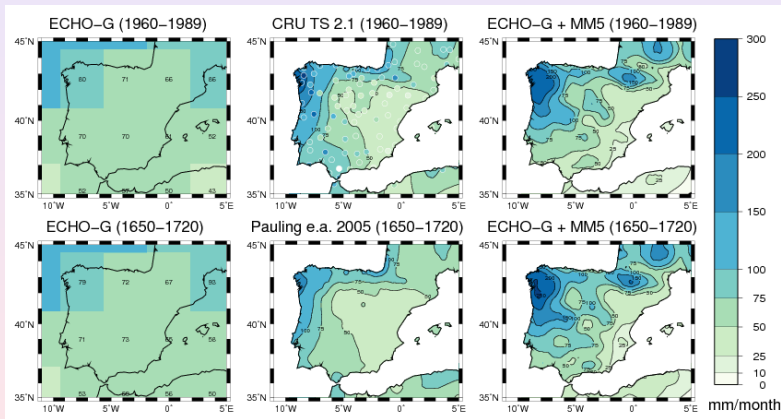
Evaluación de la Climatología: precipitación

Invierno

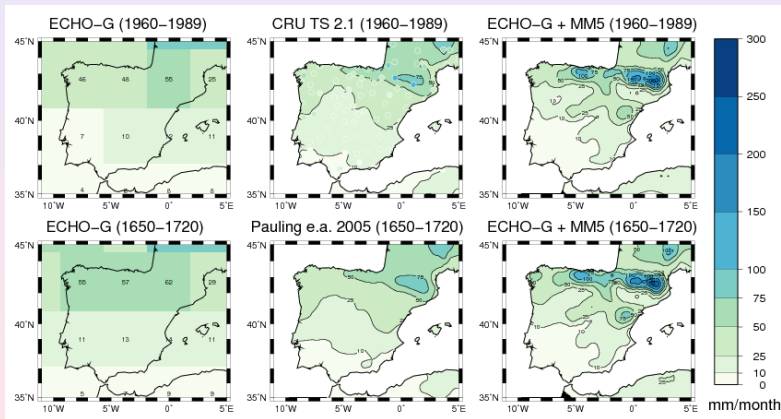
Verano



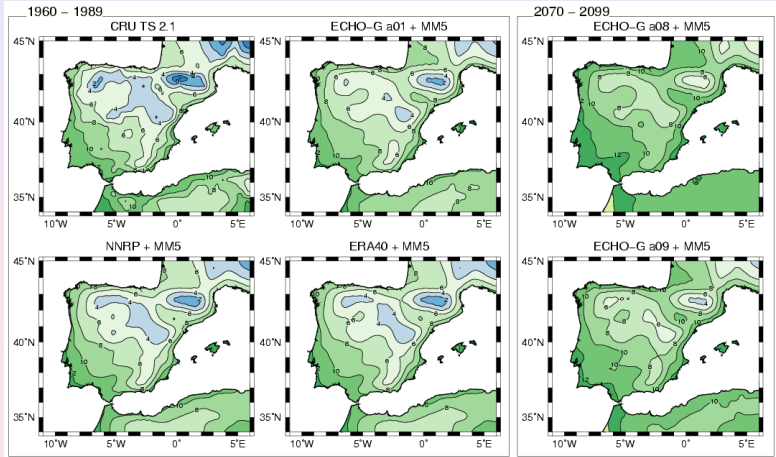
Climatología en MM: precipitación invernal



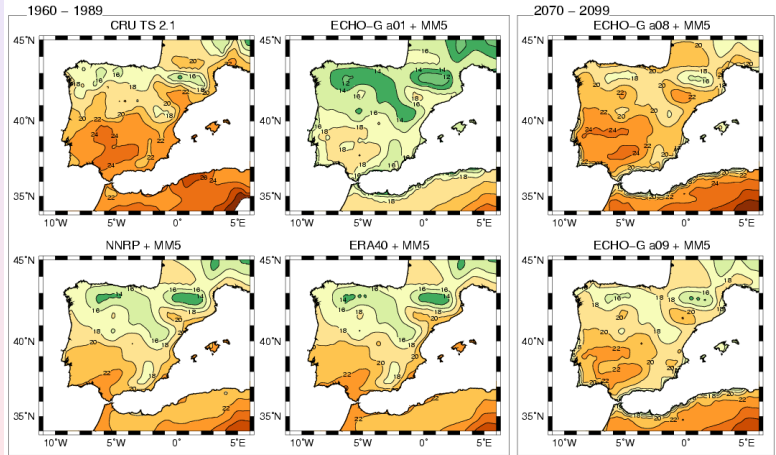
Climatología MM: precipitación verano



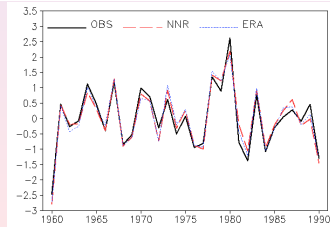
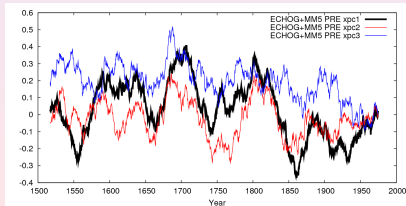
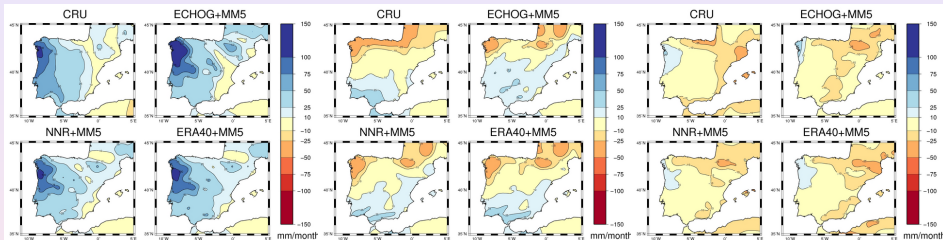
Climatología : temperatura invernal



Climatología: temperatura verano



Modos principales de variación precipitación invernal



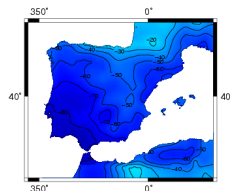
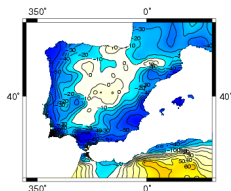
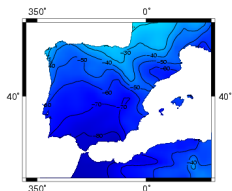
Cambios proyectados: precipitación

Invierno

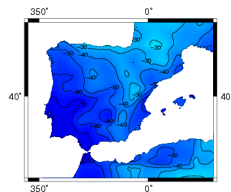
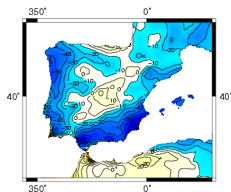
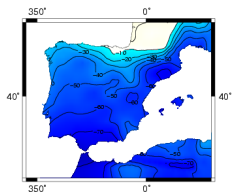
Verano

Primavera

A2



B2



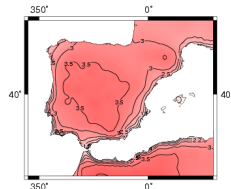
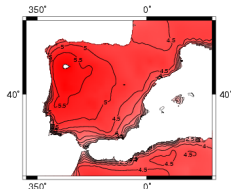
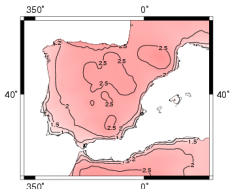
Cambios proyectados: temperatura

Invierno

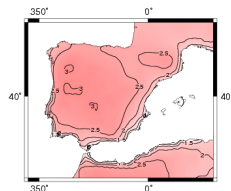
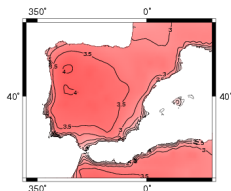
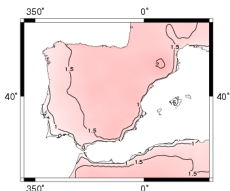
Verano

Primavera

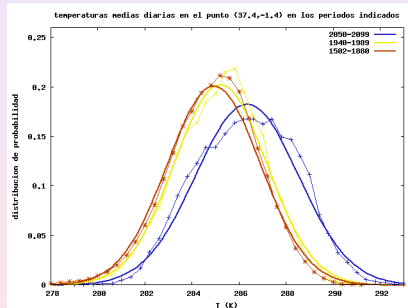
A2



B2

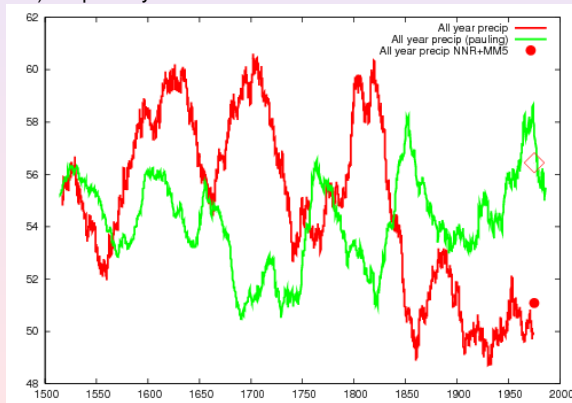


Funciones de distribución



Comparaciones con precipitación reconstruida

Precipitación de MM5 promediada espacialmente sobre los puntos de la IP (sólo tierra). Tiene un filtro de 31 años. Se presenta también la precipitación reconstruida (Pauling et al. 2006). El punto y el diamante son las estimaciones de NNR+MM5 y



ERA40+MM5.



Comparaciones con temperatura reconstruida

