

# Uso de la Tierra y Cambio de Clima

Eugenia Kalnay, Ming Cai, Young-Kwon Lim

University of Maryland and Florida State University

Mario Núñez and C. Ciappesoni, Argentina

(Kalnay and Cai, Nature, 2003,  
Cai and Kalnay, J. of Climate, 2005,  
Kalnay et al., JGR, 2006,  
Lim et al, GRL 2005,  
Núñez et al, 2008 JGR,  
Lim, Cai, Zhou, and Kalnay, 2008, JAMC)

También: Zhou, Dickinson et al, 2004, PNAS

# Shanghai: la temperatura $T_{2m}$ aumentó más que la estimación del reanálisis... Porqué?

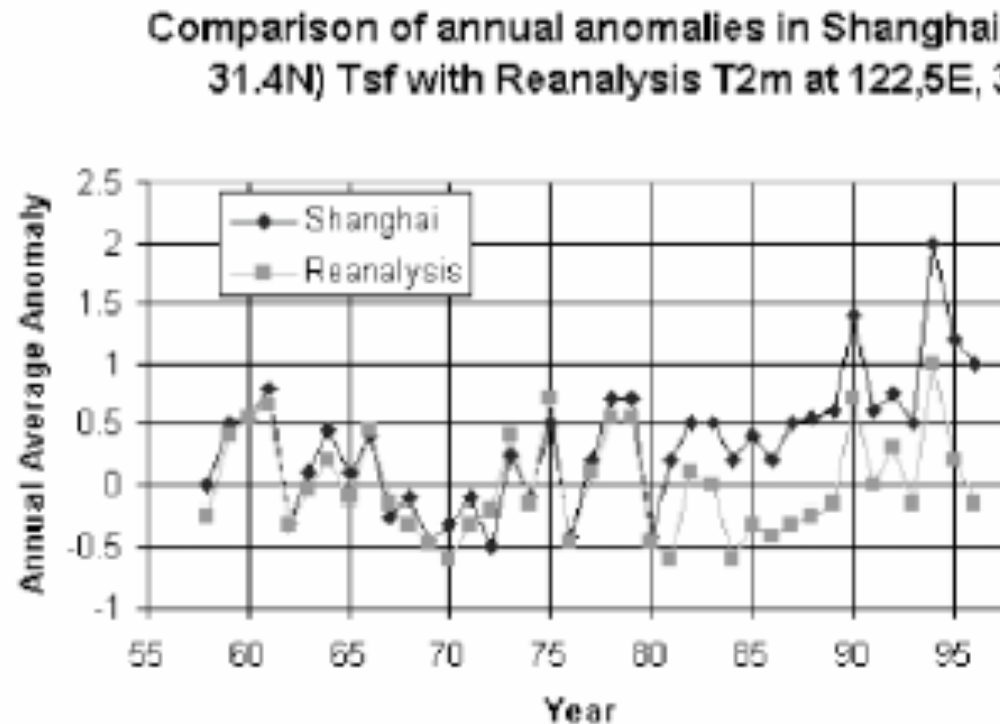


FIG. 13. Comparison of annually averaged surface temperature anomalies measured at the Shanghai Observatory (31.4° lat, 121.9° long) with the reanalysis estimated at the closest grid at 2.5° by 2.5° resolution, which is an “ocean” point.

# La Unión Internacional sobre Clima Urbano publicó un artículo sobre nuestros estudios del impacto del uso de la tierra

*Feature*

5

## Impacts of urbanization and land surface changes on climate trends



by Eugenia Kalnay, University of Maryland ([ekalnay@atmos.umd.edu](mailto:ekalnay@atmos.umd.edu))

(with Ming Cai, Florida State University; Mario Nunez, University of Buenos Aires and Young-Kwon Lim, Florida State University)

---

*By now there is little doubt that the increase in greenhouse gases (GHG) is producing global warming. The question we addressed in this project is whether the regional response to the GHG effect is uniform or depends on the land characteristics and use. In this report we summarize results we obtained showing that the response is very much dependent on the type of land cover and use, and that desertic and urban areas get more than their "fair share" of GHG warming, whereas broadleaf forested areas have locally reduced warming.*

---

### 1. The Observation Minus Reanalysis (OMR) method

We use the Observation Minus Reanalysis (OMR) surface temperature trends method suggested by Kalnay and Cai (*Nature*, 2003) to provide an estimate

using nightlights to discriminate between urban and rural regions (Fig. 1). Kalnay *et al.* (2006) also showed that the results obtained with OMR were not qualitatively affected by the NCDC corrections of non-climatic effects (e.g., change of observation time and station location) which increase the over-

# Contenido de la presentación

- Cambio de clima: gases de invernadero y uso del suelo
- El impacto del uso del suelo es difícil de medir
- Nuevo método: usar la diferencia entre las observaciones y el reanálisis para estimar el impacto del suelo (Observaciones menos Reanálisis, OMR)
- Resultados en EEUU: de acuerdo con la estimación de Hansen del efecto de urbanización
- Resultados en la Argentina
- Resultados comparando con ERA-40: similares pero menos fuertes
- Resultados comparando con datos de satélite: cuanto más verde, menos se calienta



- El cambio de clima (calentamiento global) se debe principalmente al **aumento de los gases de invernadero**, pero también depende de las propiedades locales del **suelo, vegetación**, etc, y de sus cambios.
- El efecto del uso del suelo, o del tipo de suelo es muy **difícil de medir**.
- El NCEP-NCAR Reanálisis (60 años): **no usó las observaciones de superficie o las propiedades del suelo**.
- La tendencia de las observaciones de temperatura de superficie **incluyen todos los efectos** (calentamiento atmosférico global, propiedades del suelo).
- Las tendencias del reanálisis solo incluye el efecto de calentamiento atmosférico.
- **Usamos la diferencia para estimar el impacto de los suelos.**

- El cambio de clima (calentamiento global) se debe principalmente al aumento de los gases de invernadero, pero también depende de las propiedades locales del suelo, vegetación, etc.
- El NCEP-NCAR Reanálisis (60 años): no hizo uso de las observaciones de superficie o de las propiedades del suelo.
- La tendencia de las observaciones de superficie incluyen todos los efectos. Las tendencias del reanálisis solo incluye efectos atmosféricos. Por lo tanto, la diferencia entre la tendencia de las observaciones y del reanálisis puede representar el impacto de los efectos del suelo: “Observaciones menos reanálisis” (OMR).
- En estos trabajos usamos OMR para mostrar que **cuando el suelo esta cubierto de bosques de hojas anchas se calienta menos que lo que se espera por el efecto invernadero.**
- En contraste, **desiertos y zonas urbanas se calientan en exceso.**

## Example: Baltimore City, MD

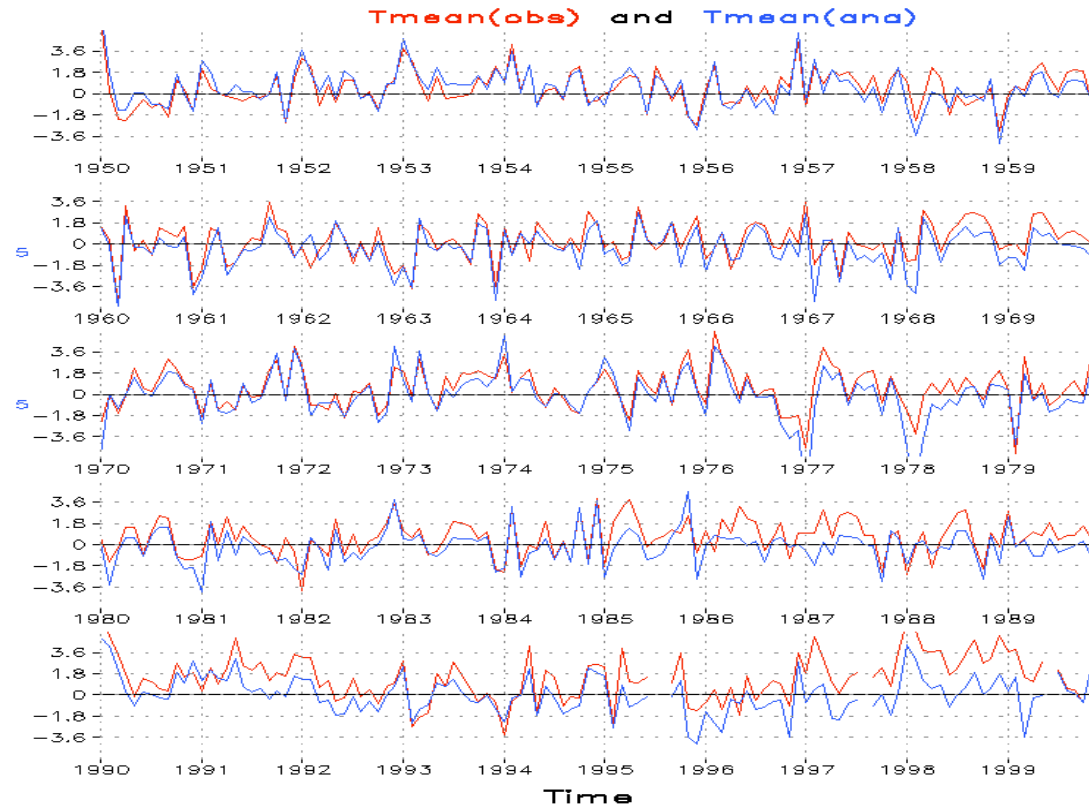
1950's:  
 $T_{ob}-T_{an}=0.0$

1960's:  
 $T_{ob}-T_{an}=0.61$

1970's:  
 $T_{ob}-T_{an}=0.60$

1980's:  
 $T_{ob}-T_{an}=0.80$

1990's:  
 $T_{ob}-T_{an}=1.40$



City: BALTIMORE\_CITY, MARYLAND

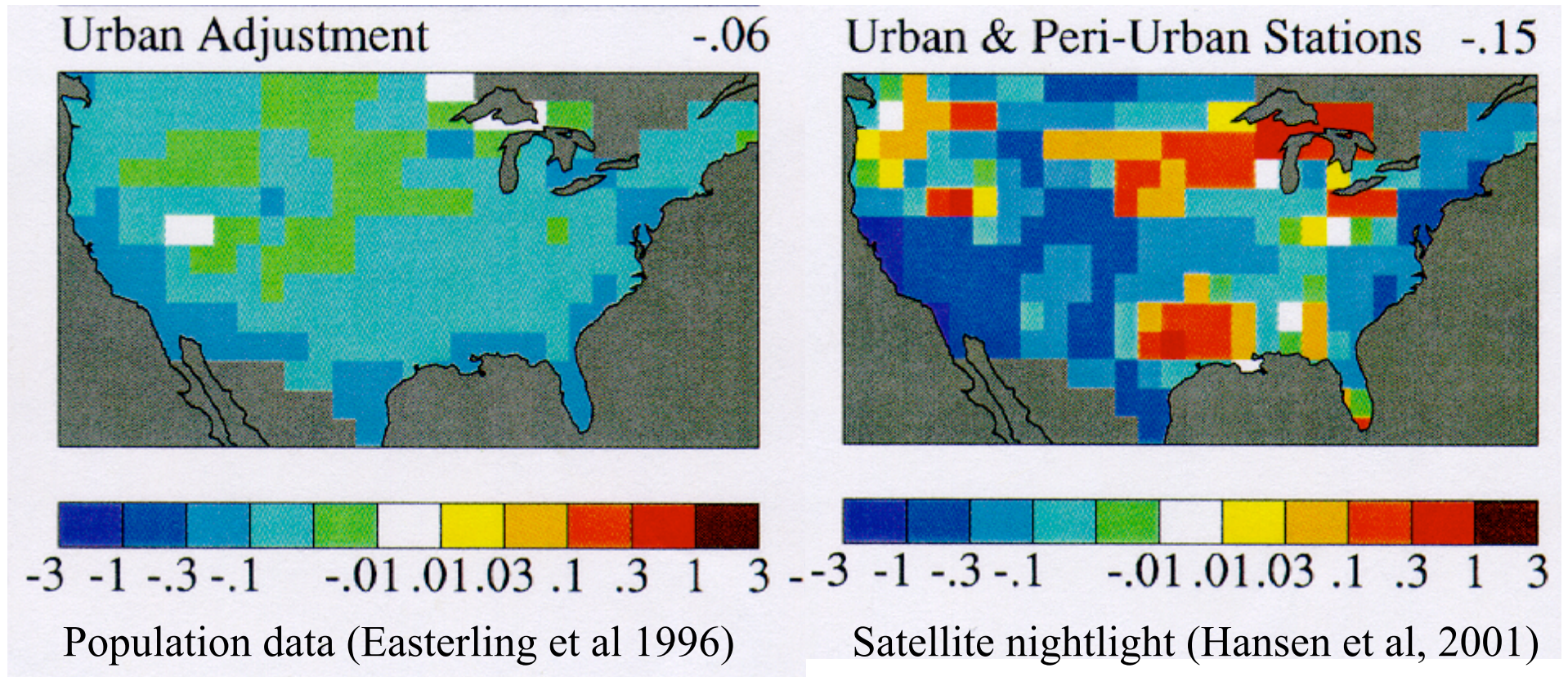
Lon: 283.383 Lat: 39.283

En muchas estaciones las observaciones (**en rojo**) se hacen mas cálidas que en el reanálisis (**en azul**). Pensamos que la diferencia OMR en las tendencias se debe, por lo menos en parte, a las propiedades y **cambios en el suelo no incluidos en el Reanálisis**.

Los métodos anteriores estimaron **solo urbanización: clasificaban las estaciones en rurales y urbanas. Los resultados dependen del método de clasificación, sin considerar cambios debidos a la agricultura, irrigación, tipo de suelo o aerosoles.**

“Correcciones urbanas” para distintos metodos de clasificacion

(degrees/100-years)

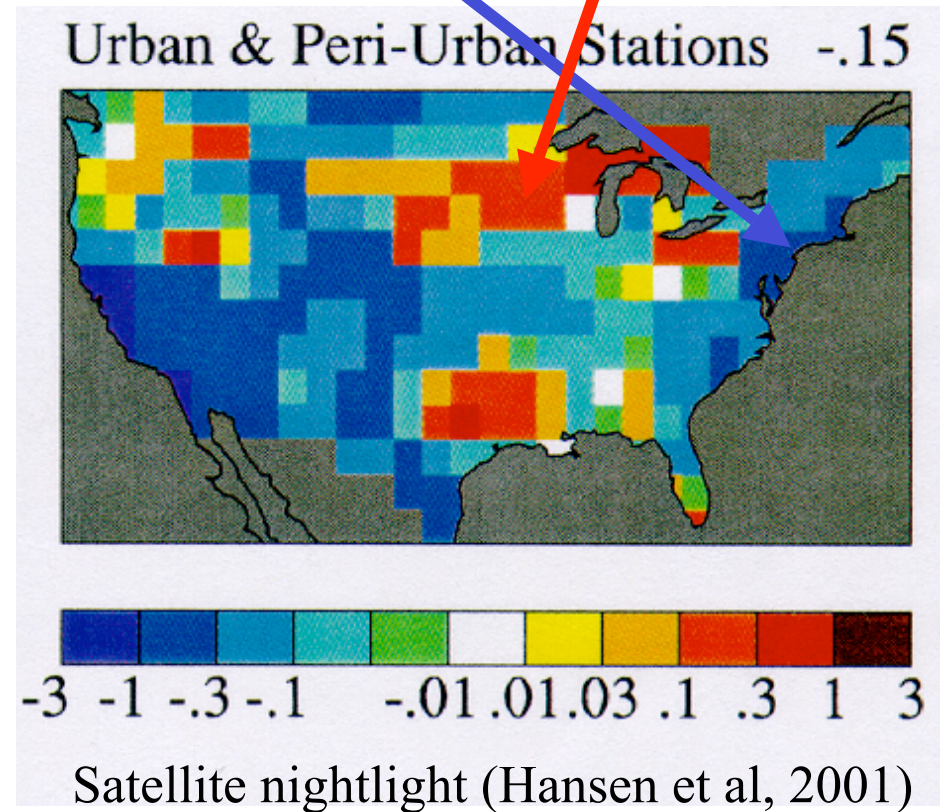




Notemos que hay áreas of “calentamiento” y “enfriamiento urbano”

Urban adjustment (degrees/100-  
years)=  $-0.015\text{C/decade}$   
small mean temperature impact, but  
regionally it can be  $\pm 0.1\text{C/decade}$ ...

What about Tmax, Tmin and  
 $\text{DTR}=\text{Tmax}-\text{Tmin}$ ?



# Data for US study

- Daily surface  $T_{\max}$  and  $T_{\min}$  from **NCDC** “**Cooperative Summary of the Day**” dataset over 48 conterminous United States for 1950-1999. No adjustments are included
- Global daily surface air  $T_{\max}$  and  $T_{\min}$  from **NCEP/NCAR Reanalysis** on  $2.5^\circ$  by  $2.5^\circ$  grids for 1950-1999.
- **Use of corrected observations does not change geographical distribution and can be added**

# Analysis Procedures

- Interpolate linearly the gridded reanalysis data to observational sites.
- Only consider the sites that at least have total of 480 (whole) months of observations.
- Only consider the sites with elevation lower than 500 meters (total 1982 stations).
- Obtain monthly data by averaging daily data.
- Remove annual cycles from each dataset at each observational site (minimizes systematic errors).
- Eliminate impact of introducing satellite observing system by computing trends before and after 1979.

## Example: Baltimore City, MD

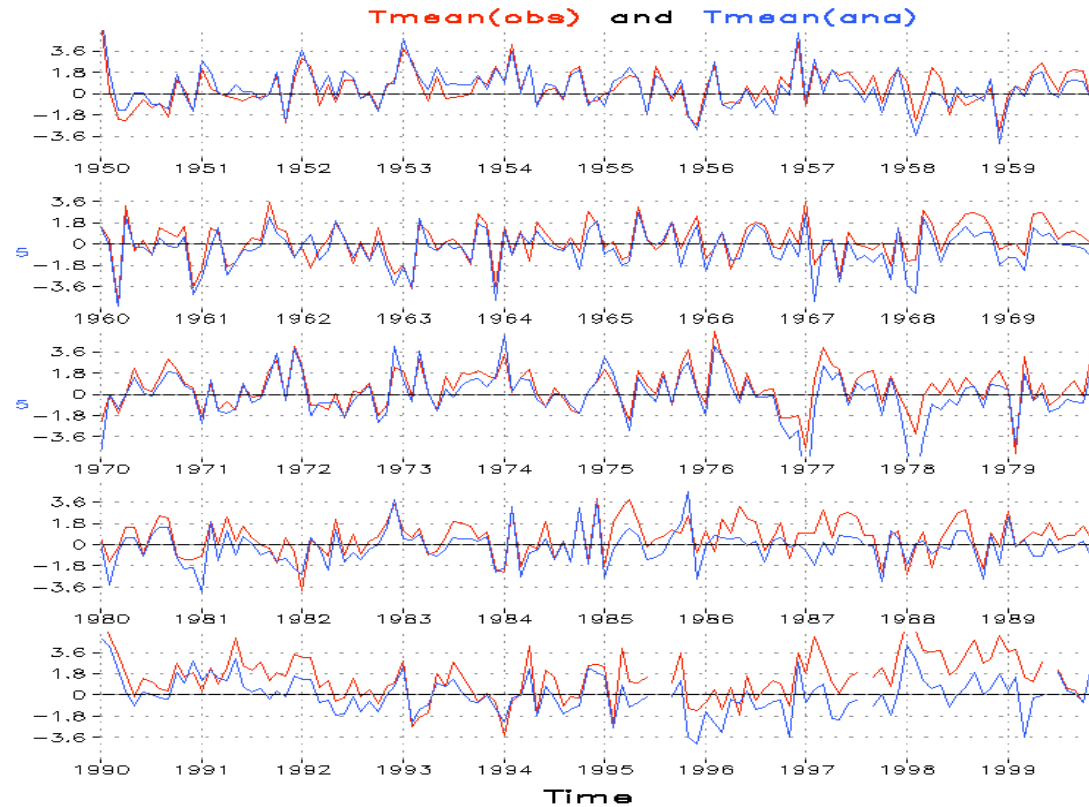
1950's:  
 $T_{ob}-T_{an}=0.0$

1960's:  
 $T_{ob}-T_{an}=0.61$

1970's:  
 $T_{ob}-T_{an}=0.60$

1980's:  
 $T_{ob}-T_{an}=0.80$

1990's:  
 $T_{ob}-T_{an}=1.40$



City: BALTIMORE\_CITY, MARYLAND

Lon: 283.383 Lat: 39.283

En muchas estaciones las observaciones (**en rojo**) se hacen mas cálidas que en el reanálisis (**en azul**). Pensamos que la diferencia OMR en las tendencias se debe, por lo menos en parte, a las propiedades y cambios en la tierra no incluidos en el reanálisis.

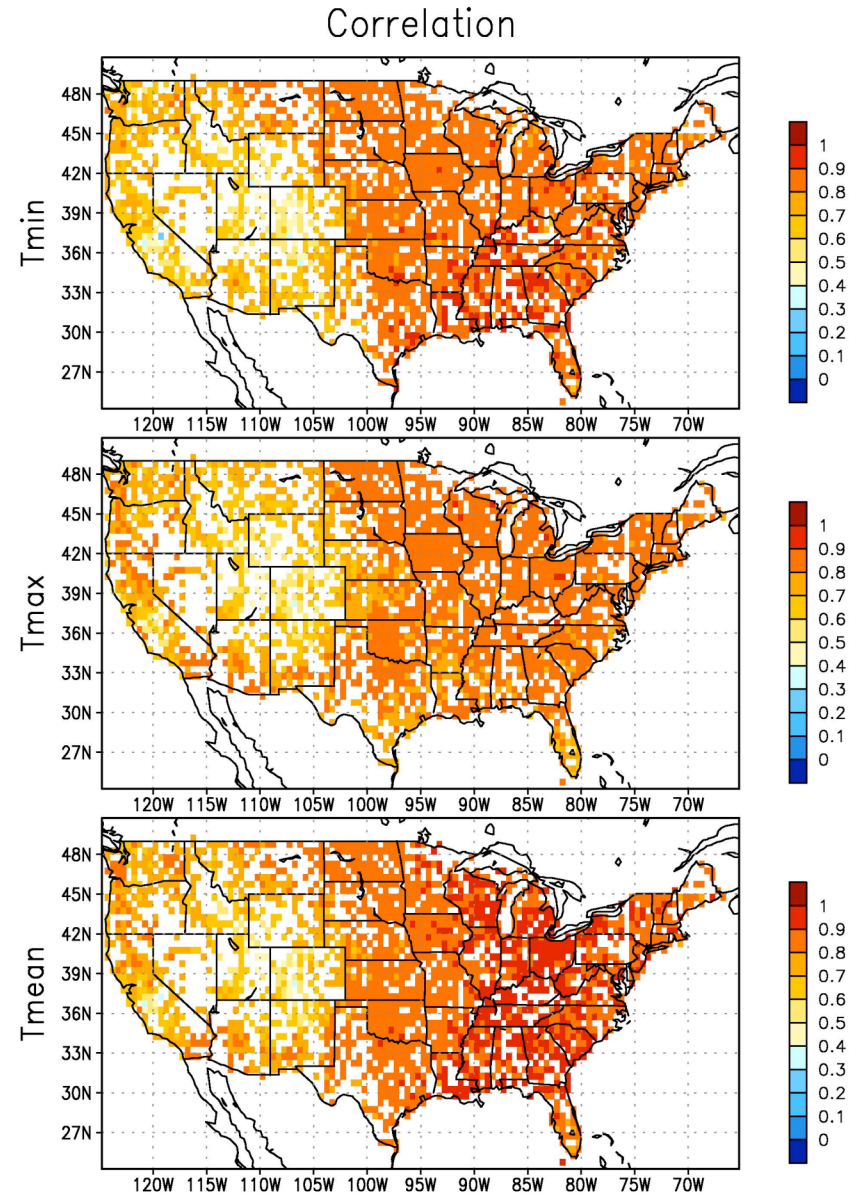


# 50 year correlation of monthly mean anomalies

Correlation  $> 80\%$   
excepto sobre las  
Rocallosas y en la costa  
Oeste

Solo incluimos  
estaciones debajo  
de 500m

No incluimos la costa  
Oeste por la baja  
correlación



Las estaciones miden  $T_{max}$  y  $T_{min}$

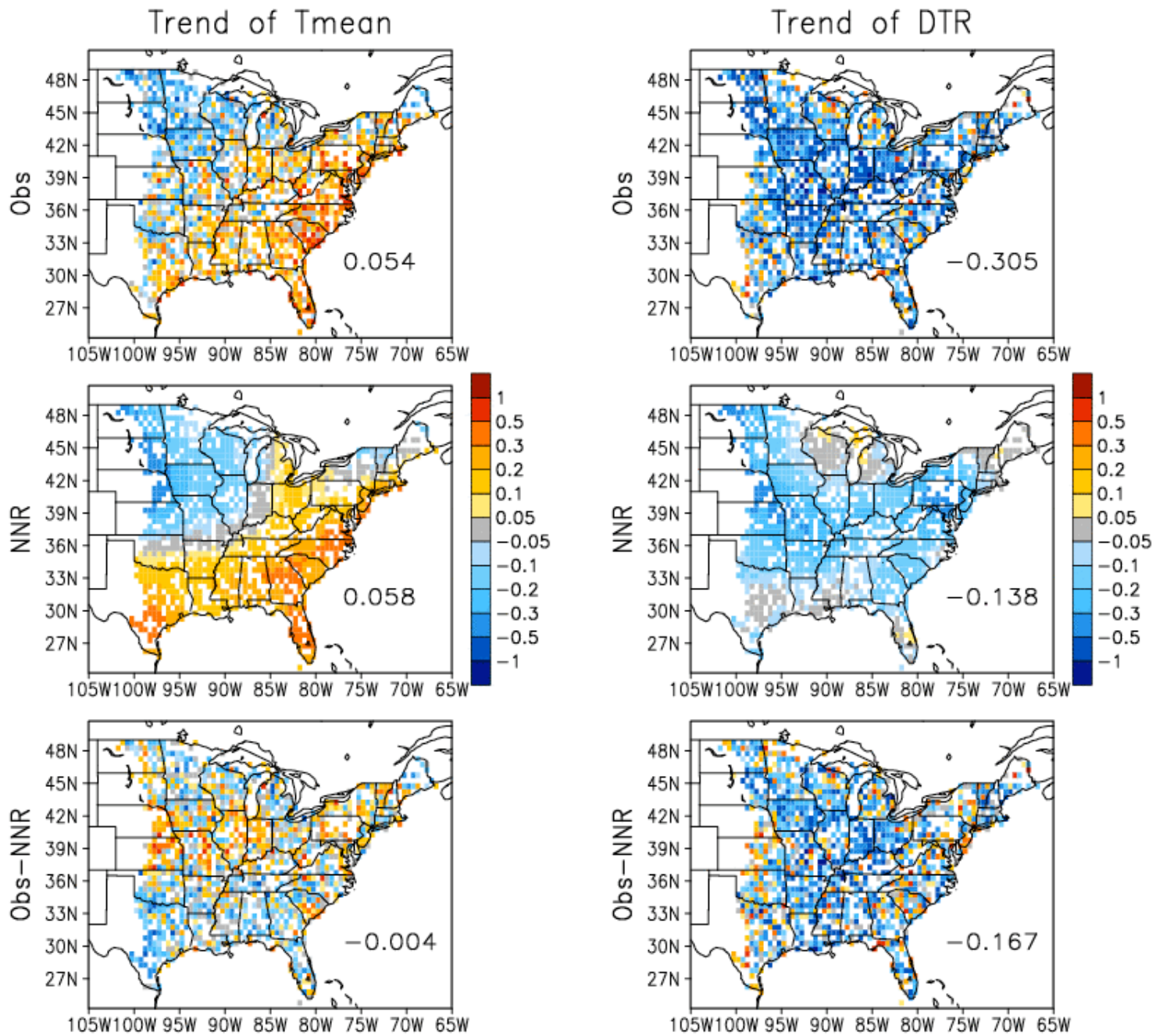
Temperatura media:

$$T_{mean} = (T_{max} + T_{min}) / 2$$

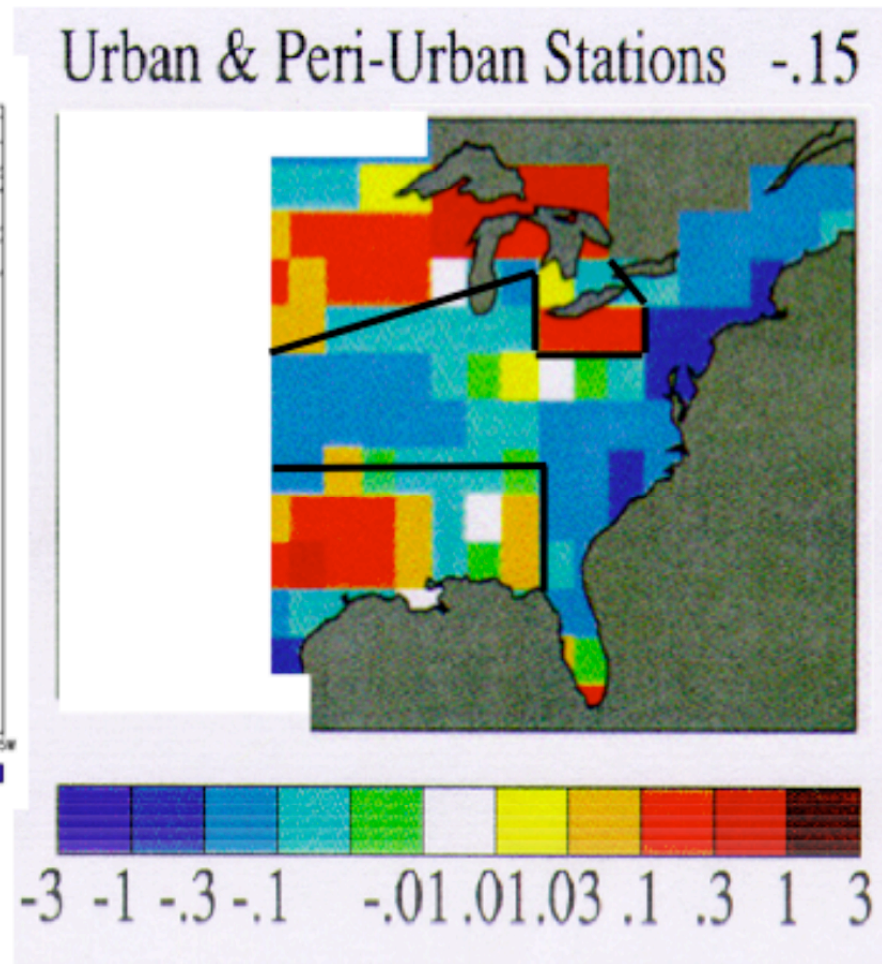
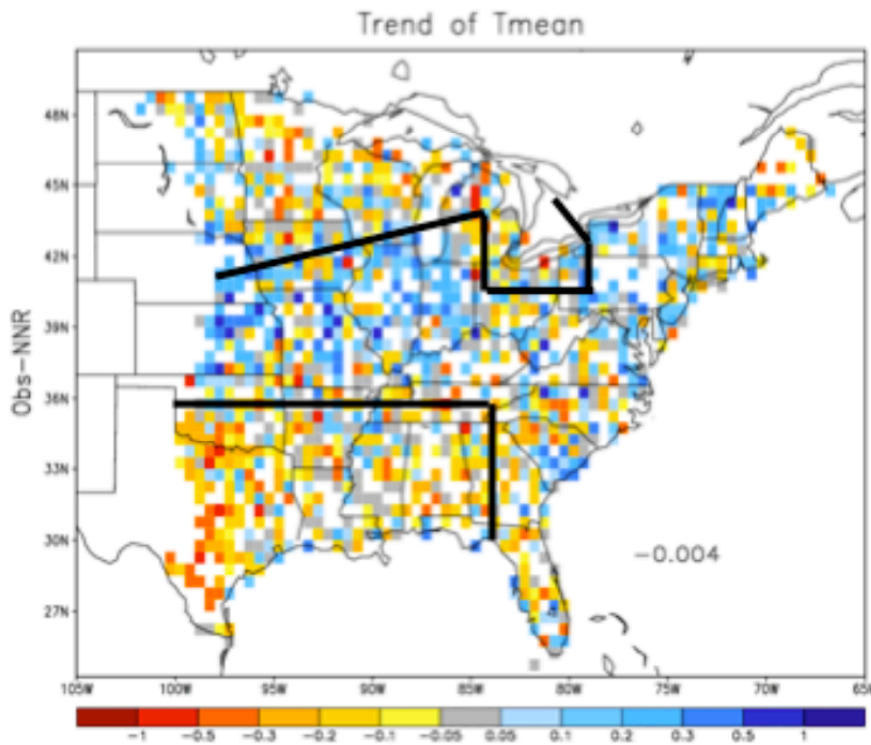
Rango de temperatura diaria:

$$DTR = T_{max} - T_{min}$$

# 40-year trends (degree per decade)



There is similarity in the geographical distribution of the night-light urban trend estimate (Hansen et al, 2001) and the NNR land-use trend estimate (sign of delta T changed to compare with Hansen's "correction")

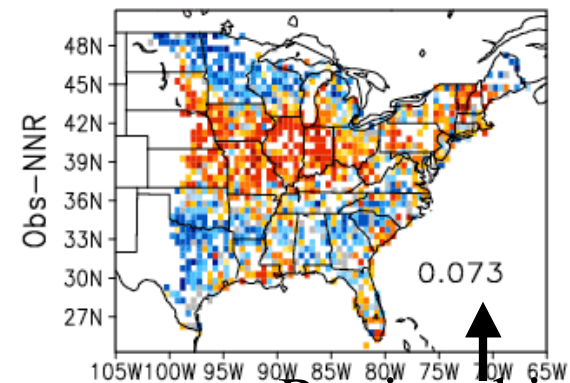
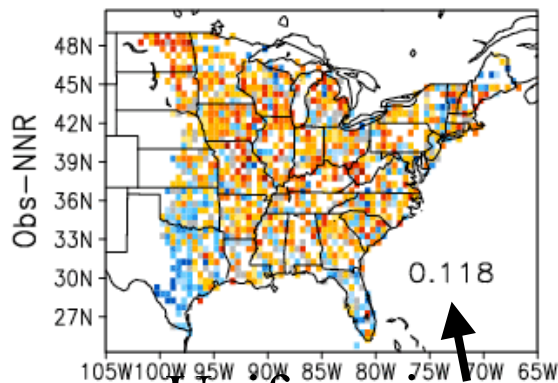
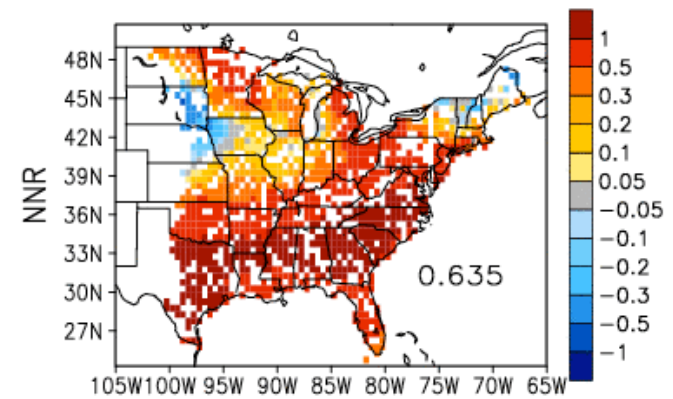
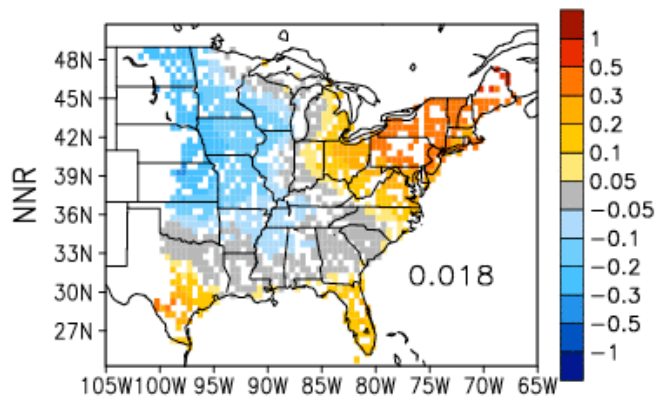
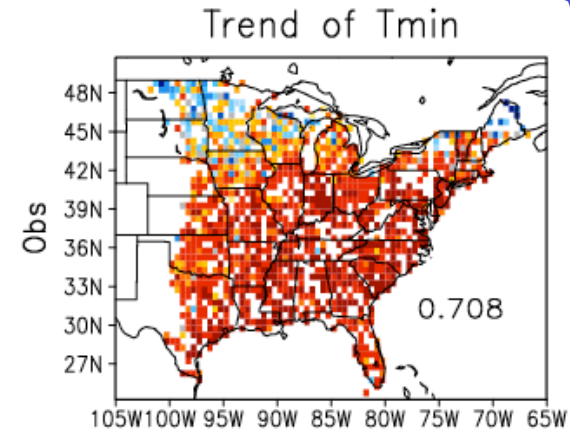
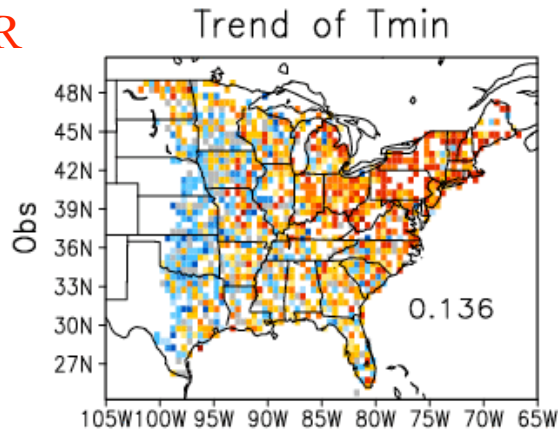




# T<sub>min</sub>: Summer and Winter

SUMMER

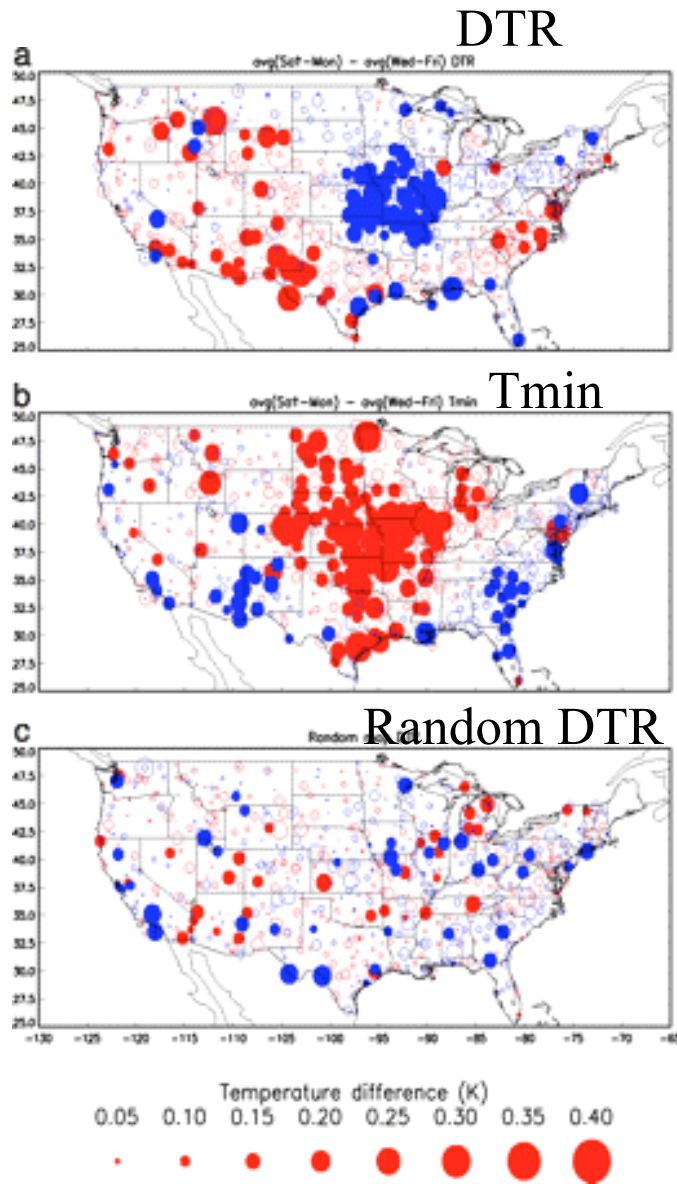
WINTER



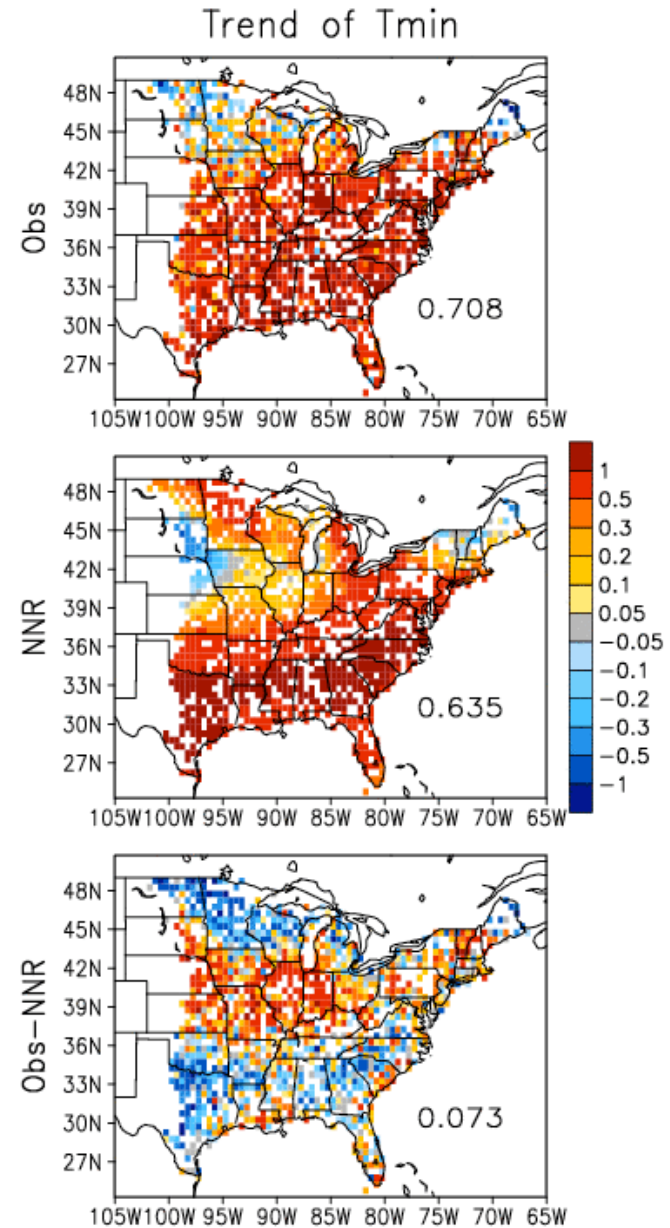
Uniform in summer

Regional in winter

“Weekend” effect (Forster and Solomon, 2003)  
 Something is different about the Midwest?

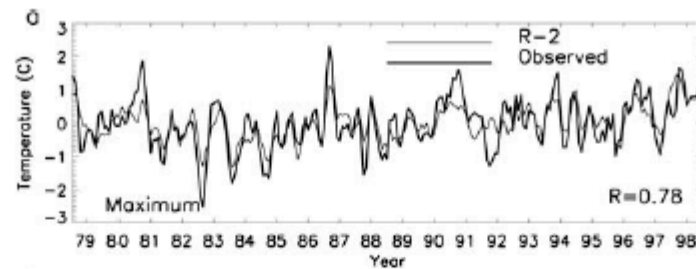


## OMR in Winter

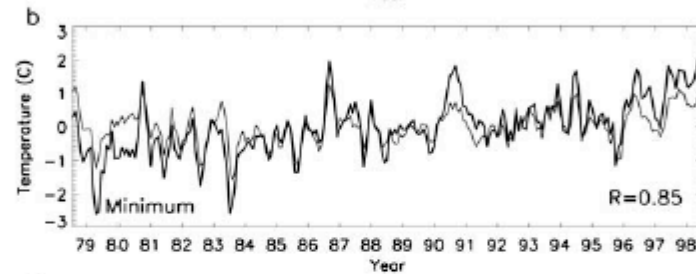


# Results in China (Zhou, Dickinson et al, 2004, PNAS)

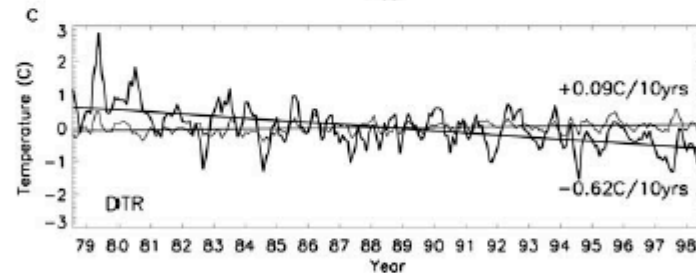
Tmax



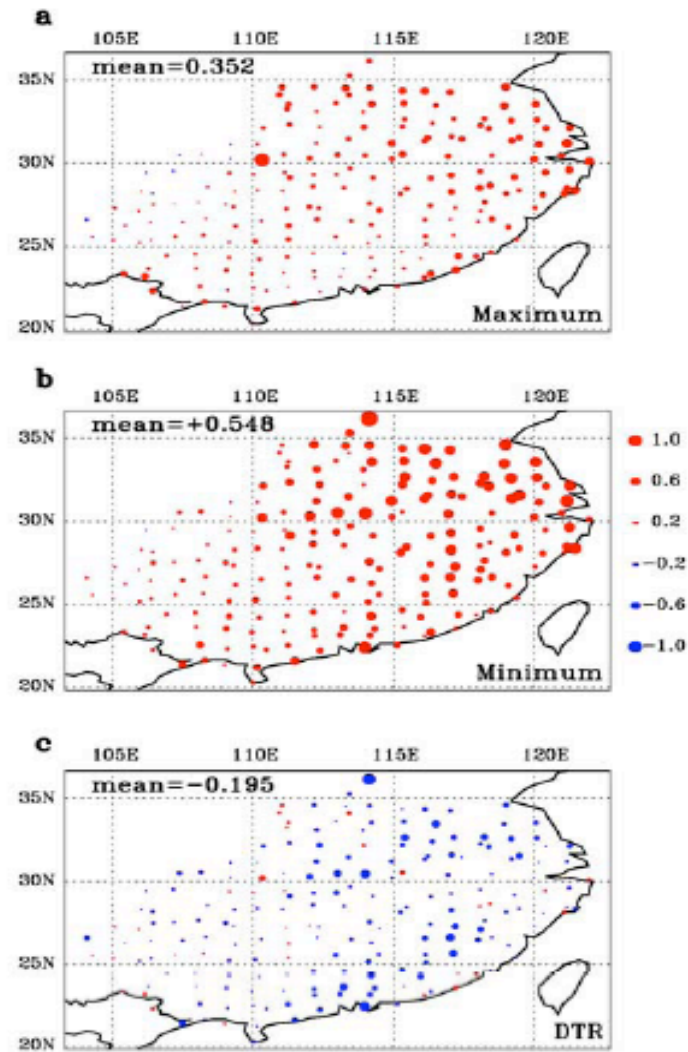
Tmin



DTR



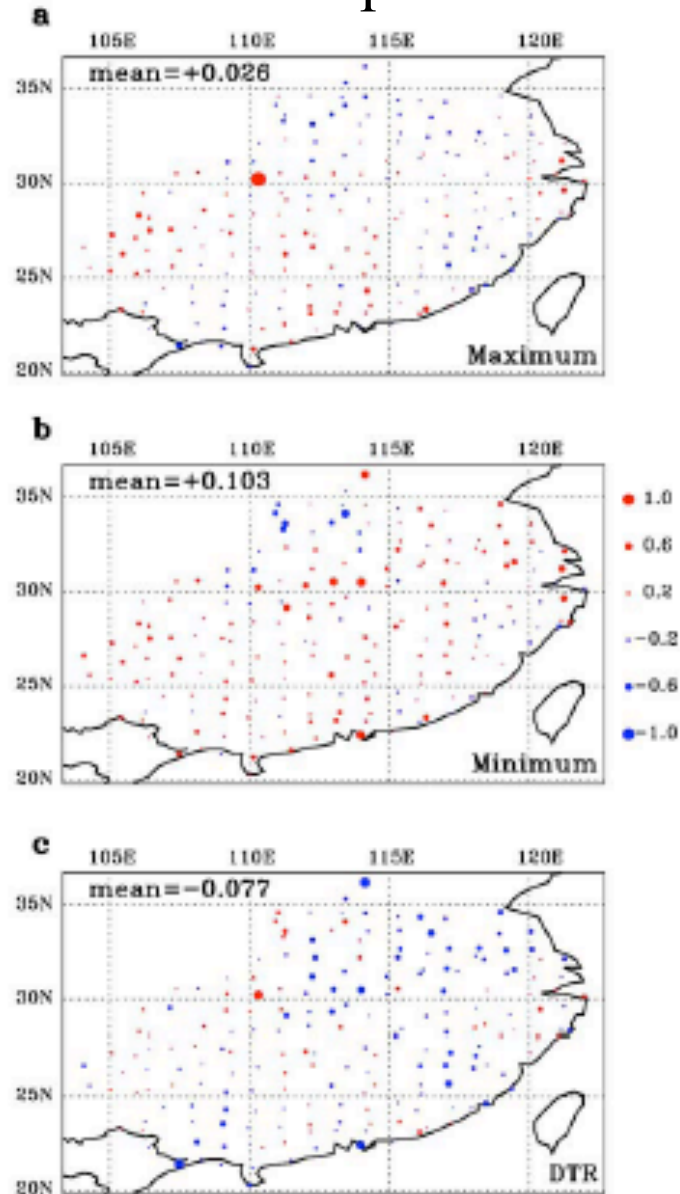
**Fig. 1.** Monthly temperature anomalies in the observational and R-2 data for Shenzhen, a city with the fastest population growth in China, from January 1979 to December 1998: (a) maximum, (b) minimum, and (c) DTR. A three-month smoothing is applied. The correlation coefficient between the two data sets (without smoothing) is shown.



**Fig. 2.** Observed winter temperature trends ( $^{\circ}\text{C}$  per decade) over southeast China from 1979 to 1998: (a) maximum, (b) minimum, and (c) DTR.



# OMR tendencias: impacto del uso de la tierra



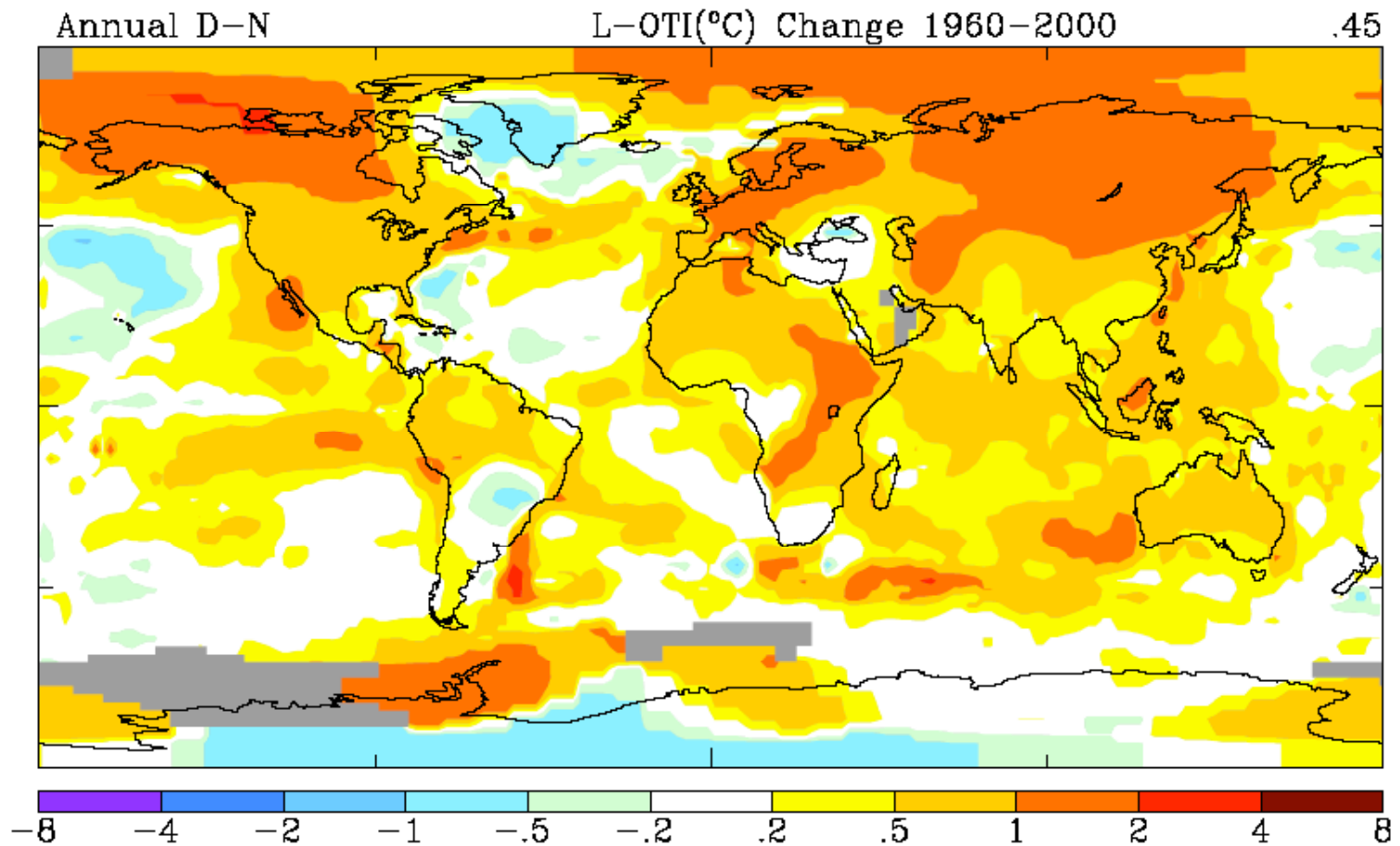
Small increase in Tmax

Large increase in Tmin

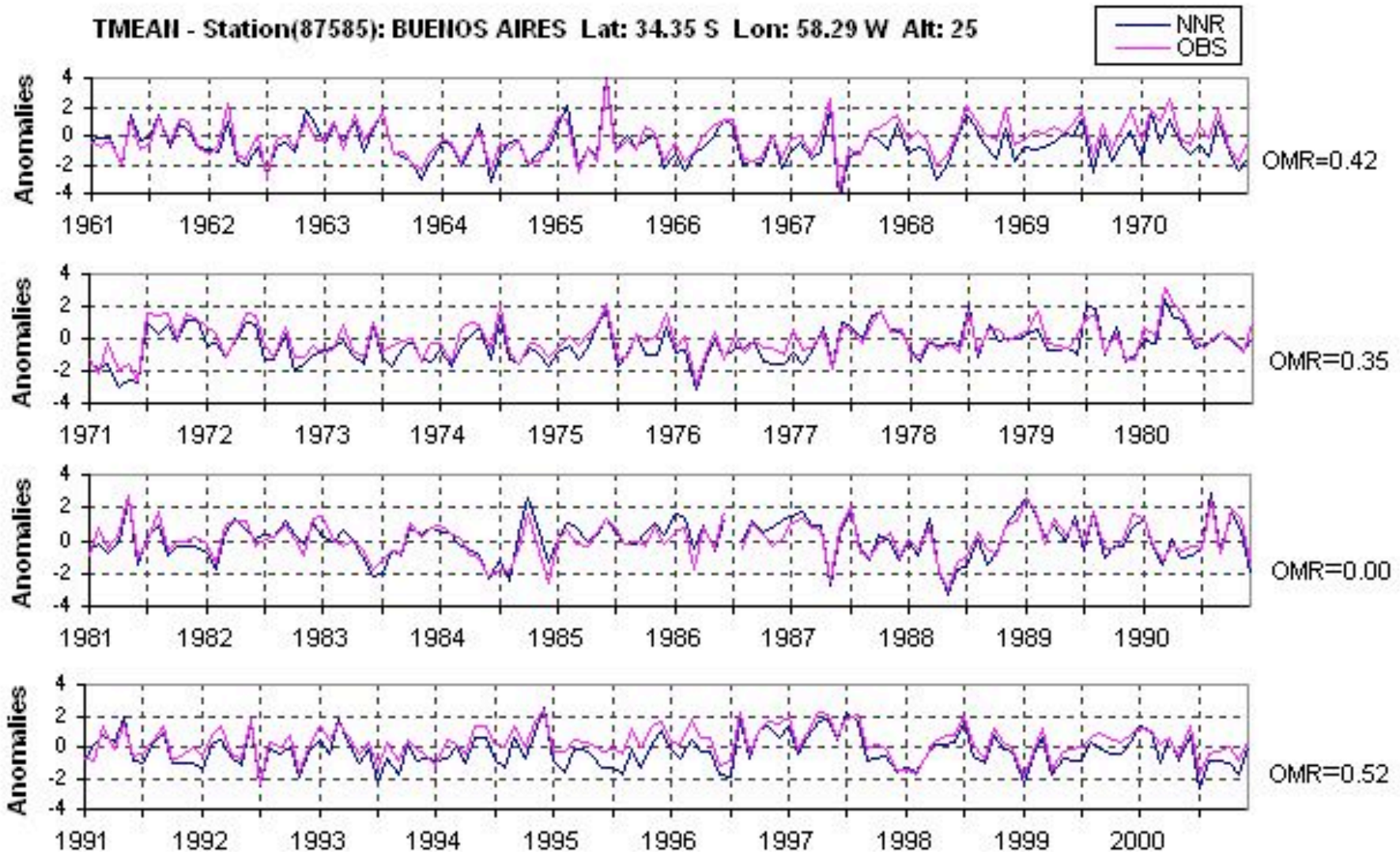
Decrease in DTR

Fig. S10. Observed minus R-2 annual mean temperature trends (°C per decade) in southeast China during the period of 1979-1998: maximum (a), minimum (b), and DTR (c).

Nuñez et al., 2008:  
Surface temperature trends estimated by Hansen et al.:  
anomalous behavior over southern South America (Argentina).

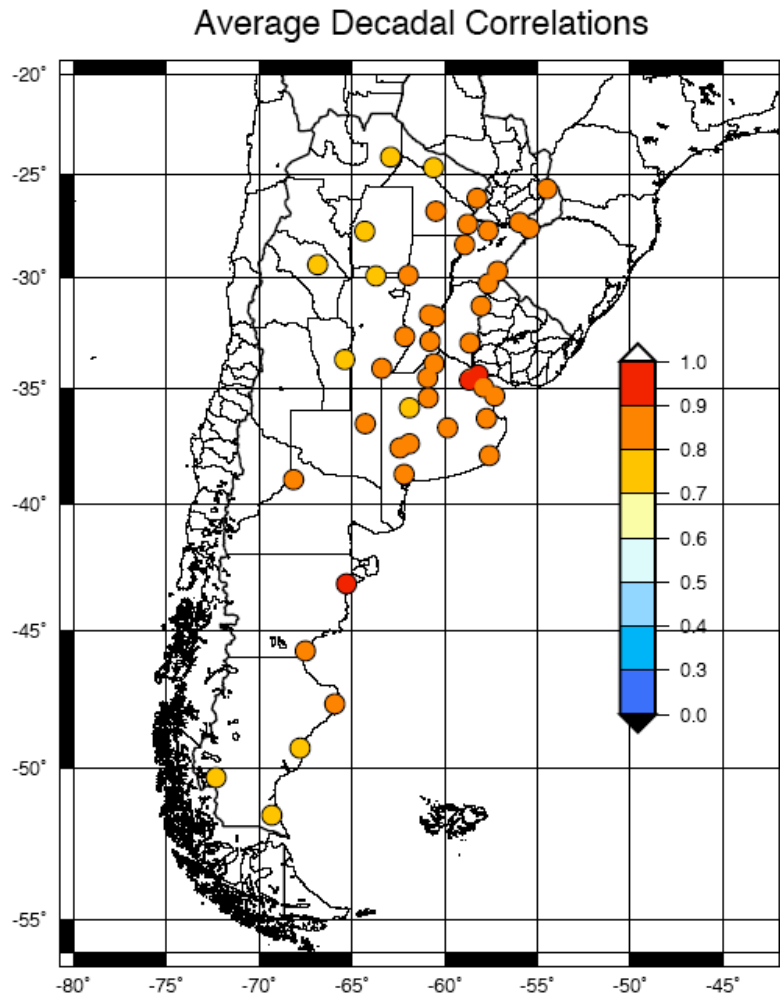


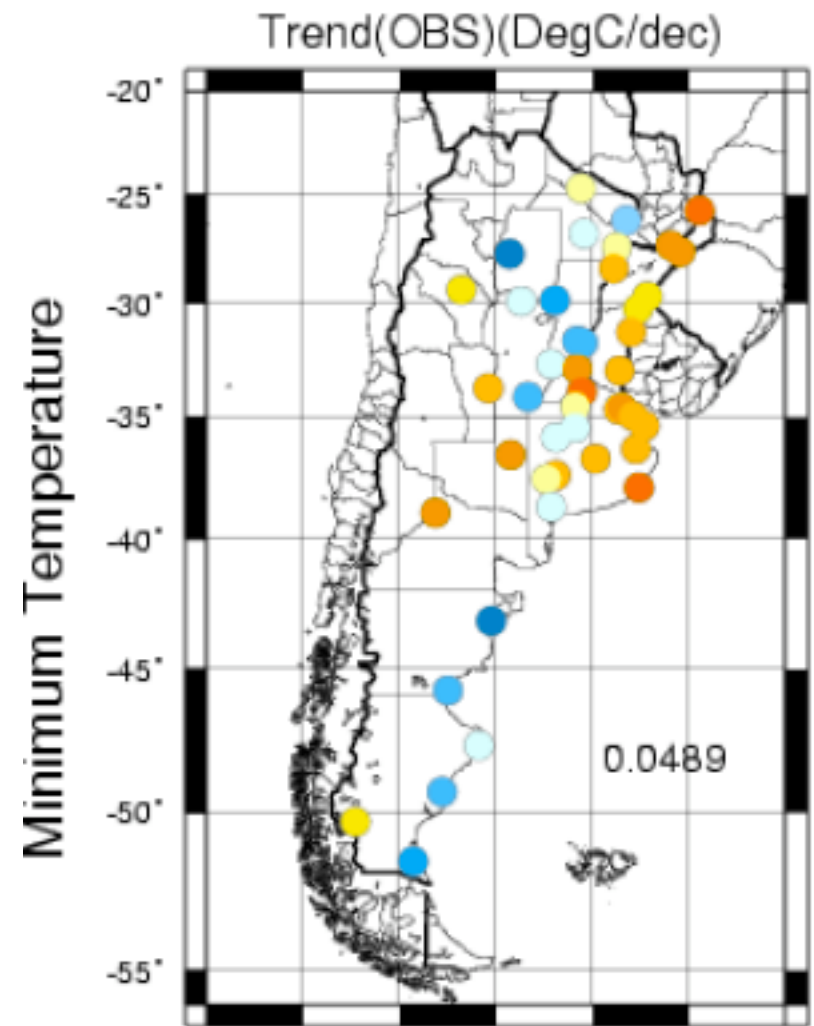
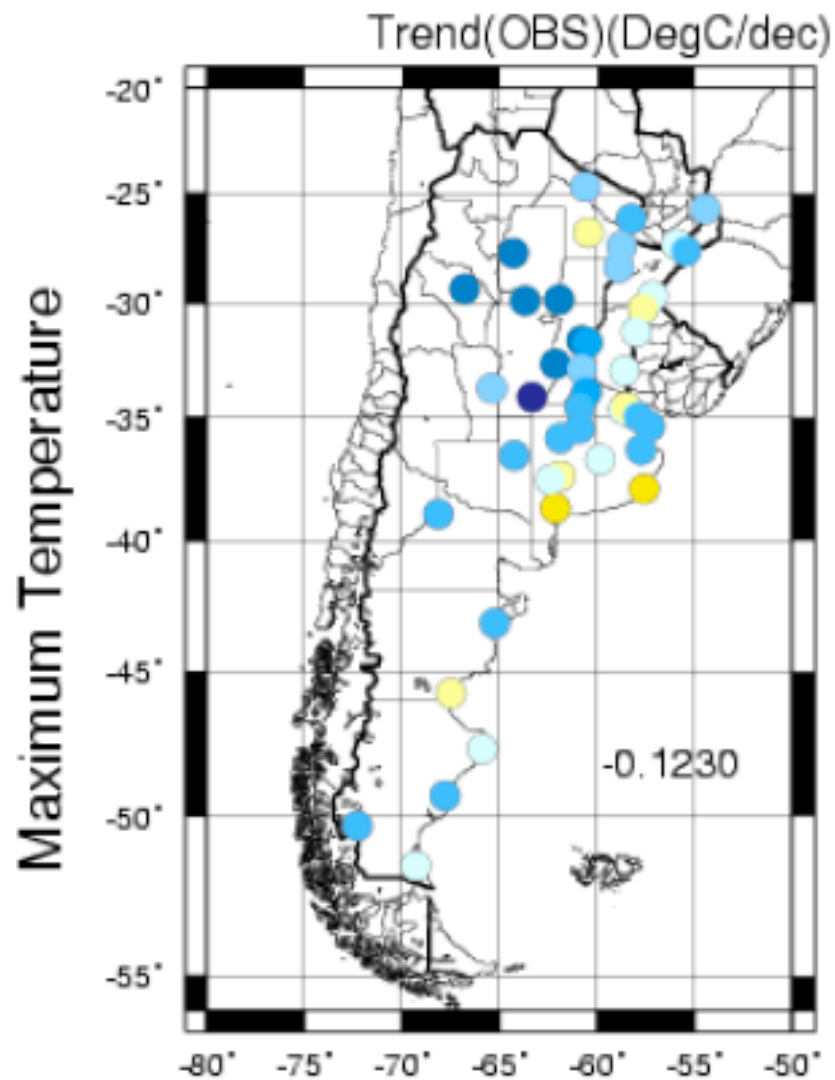
# Resultados similares en la Argentina: (Núñez, Ciapesoni, Rolla, Kalnay, Cai, 2008)



## Resultados para Argentina (Núñez et al, 2007)

Hay una buena correlación (0.7-0.9) entre la temperatura de superficie y el NNR en la variabilidad interanual.



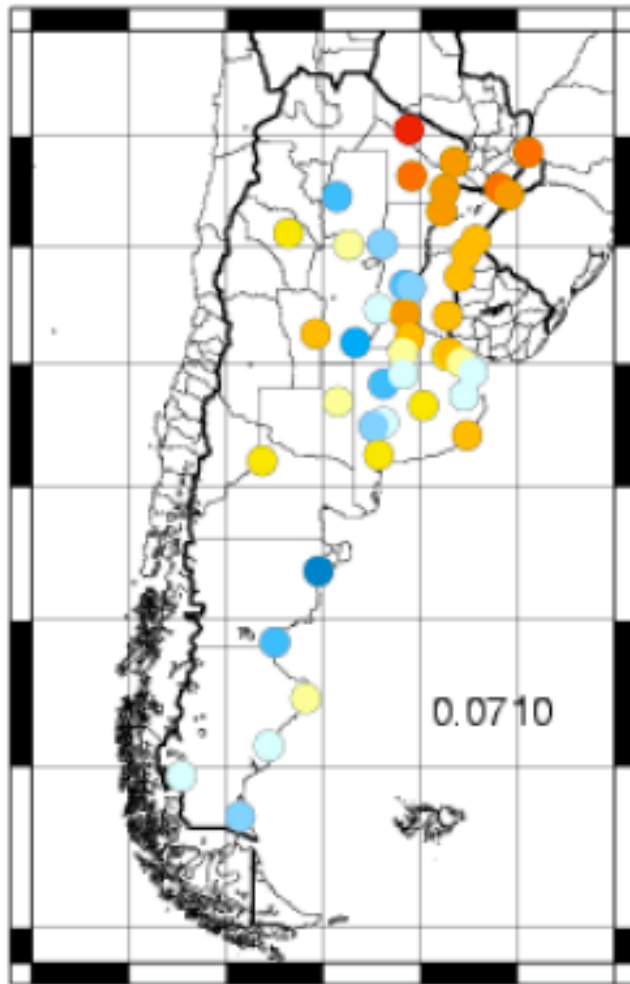


En las observaciones, fuerte enfriamiento de Tmax,  
Débil calentamiento de Tmin, menos en la Patagonia

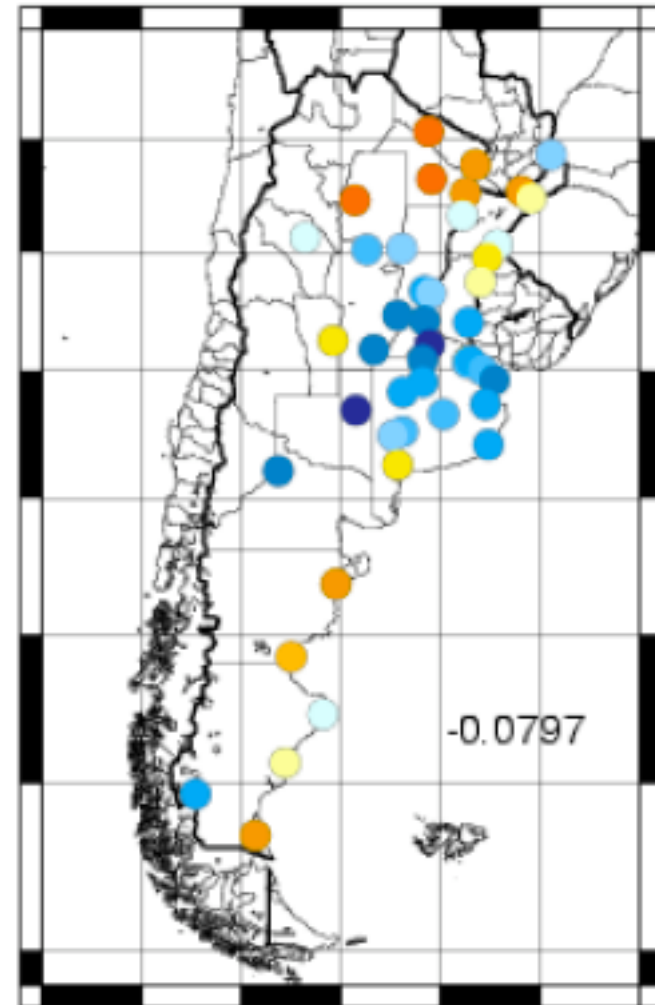


## OMR: Temperatura media

Trend(OBS-NNR)(DegC/dec)



## OMR: Tmax-Tmin

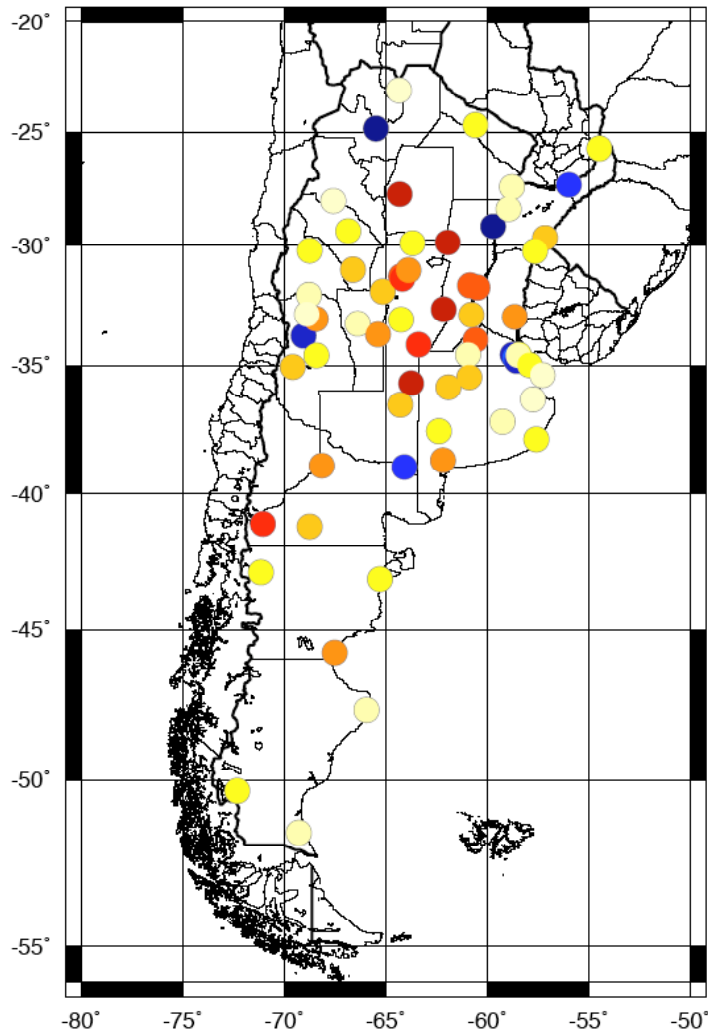


OMR sugiere que los cambios en la tierra no incluidos en el reanálisis resultan en una temperatura media  $(T_{max}+T_{min})/2$  más cálida, y una reducción en  $T_{max}-T_{min}$ , especialmente en el centro del país, donde la precipitación ha aumentado.

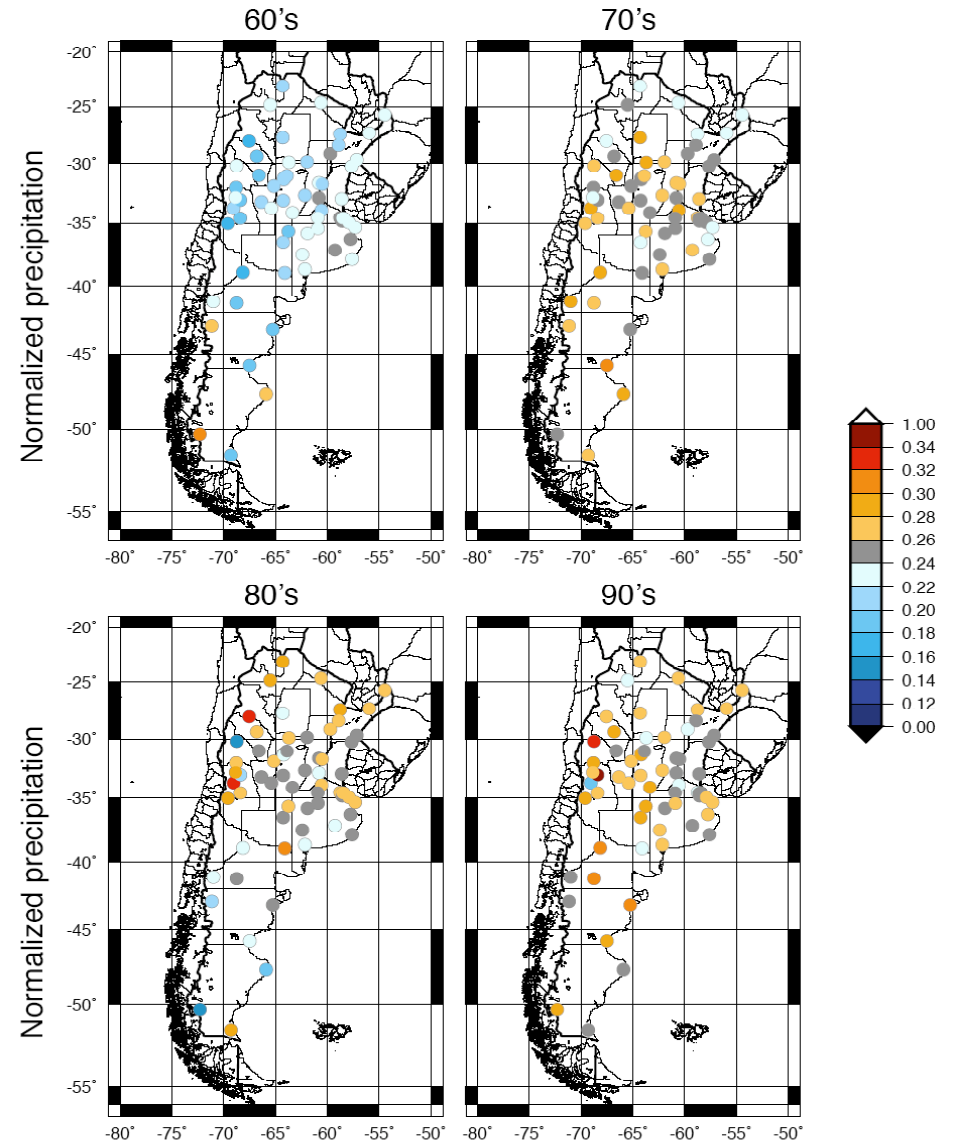
# En la Argentina la precipitación ha aumentado

Precipitation Trend (mm/decade)

$$((90' - 80') + (70' - 60'))/2$$



Relative contribution of each decade to 40 years precipitation

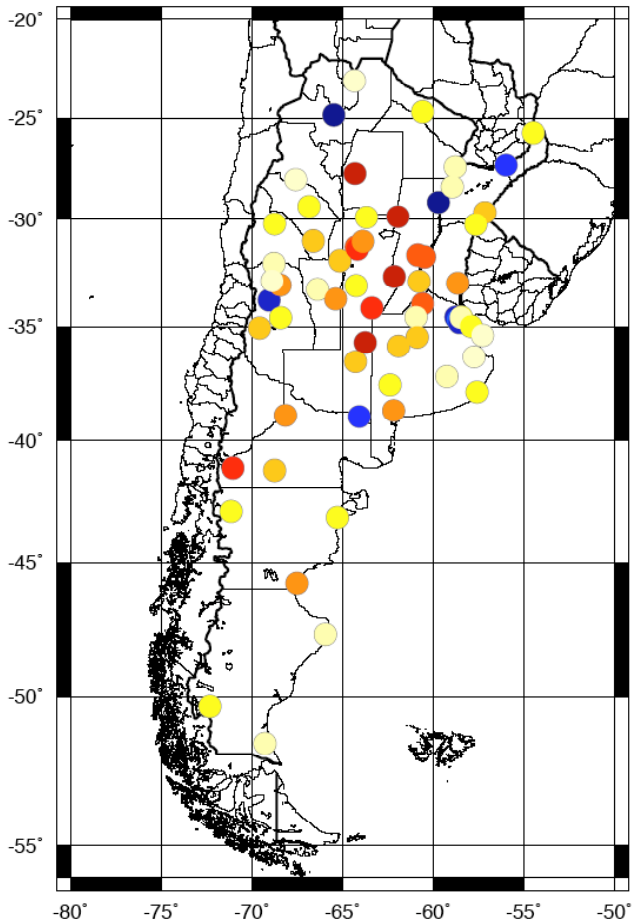


# En la Argentina la precipitación ha aumentado: Porqué?

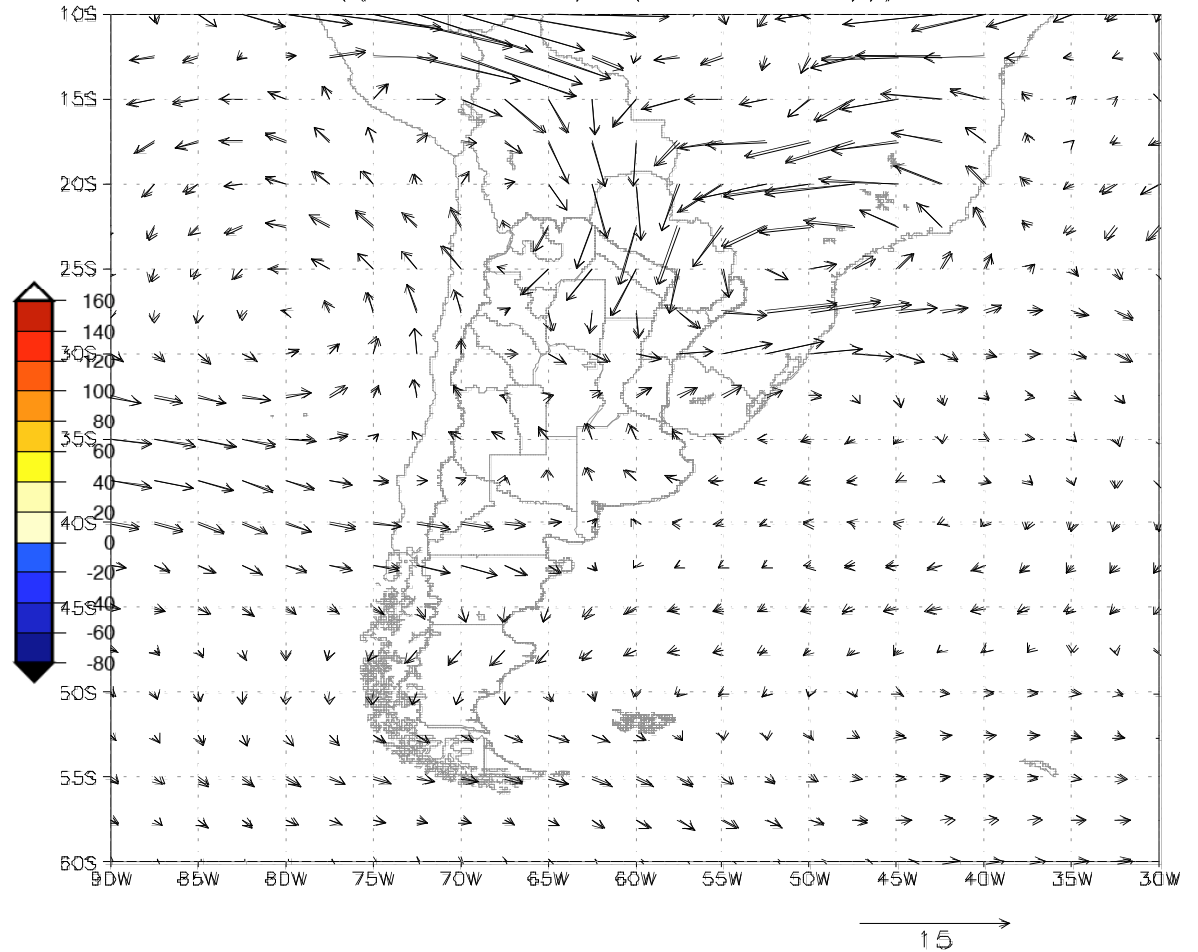
## Tendencia del flujo de humedad

Precipitation Trend (mm/decade)

$$((90^{\circ}\text{'-}80^{\circ}\text{'}) + (70^{\circ}\text{'-}60^{\circ}\text{'}))/2$$



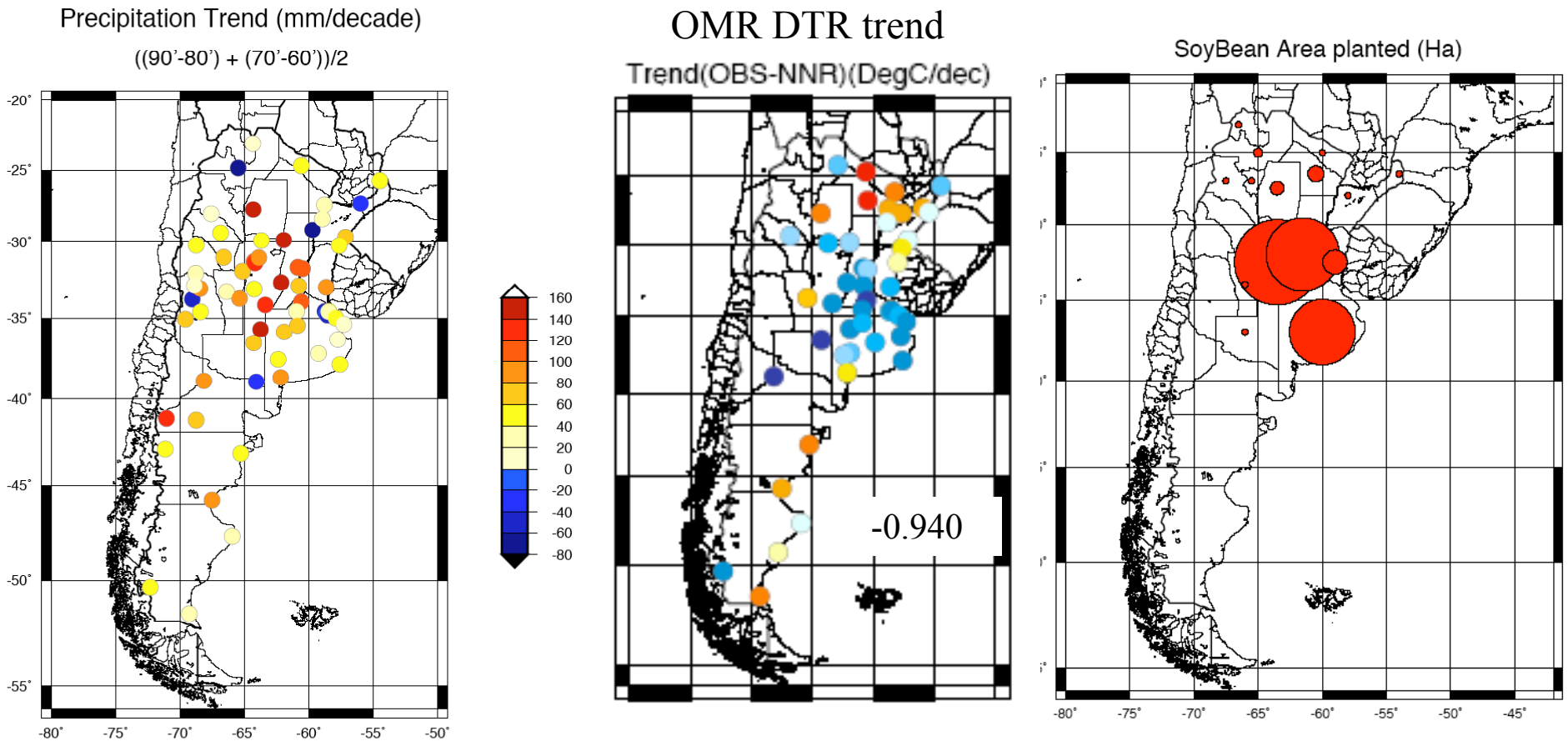
Trend of the water vapor mean flux (850hPA)  
 $((90^{\circ}\text{'s-}80^{\circ}\text{'s}) + (70^{\circ}\text{'s-}60^{\circ}\text{'s}))/2$



Se debe al aumento del flujo de vapor de la Amazonia



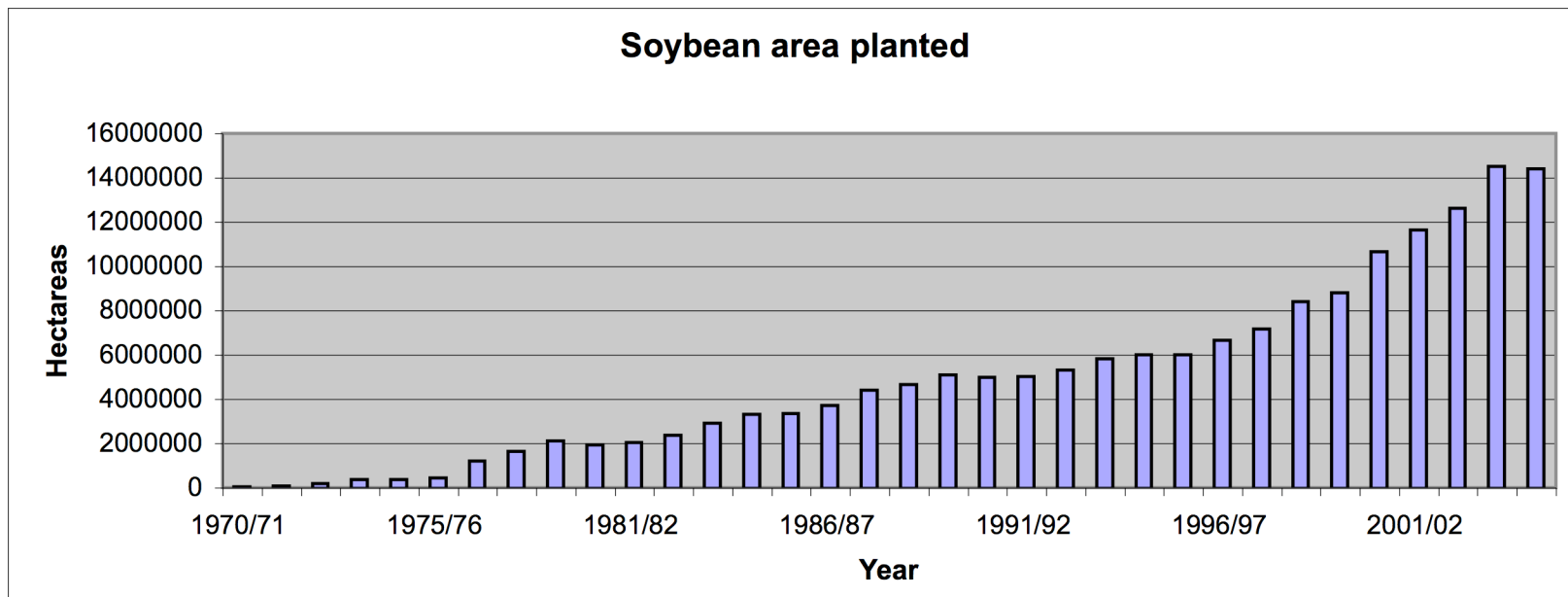
# Tendencias de precipitación, DTR y Has. plantadas con soja



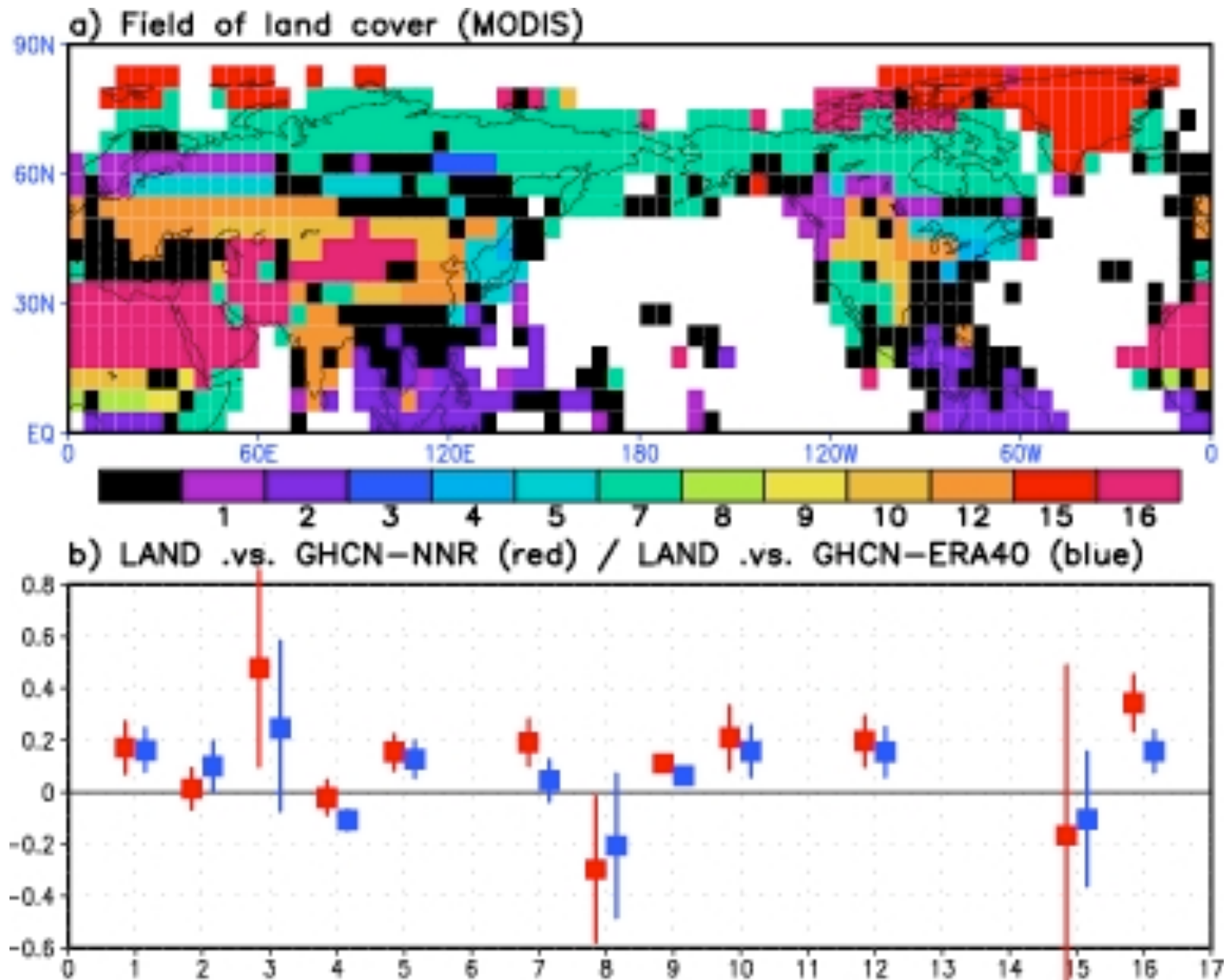
La precipitación en Argentina aumentó especialmente donde el DTR ha disminuido y donde el cultivo de la soja ha aumentado.

# Resultados en Argentina

- Las observaciones muestran un enfriamiento en la temperatura media y una reducción del rango de temperatura diario (DTR).
- OMR indica que los efectos de superficie aumentaron la temperatura y redujeron el DTR.
- Las areas de máxima reducción de DTR coinciden con areas de aumento de precipitación y del cultivo de la soja.



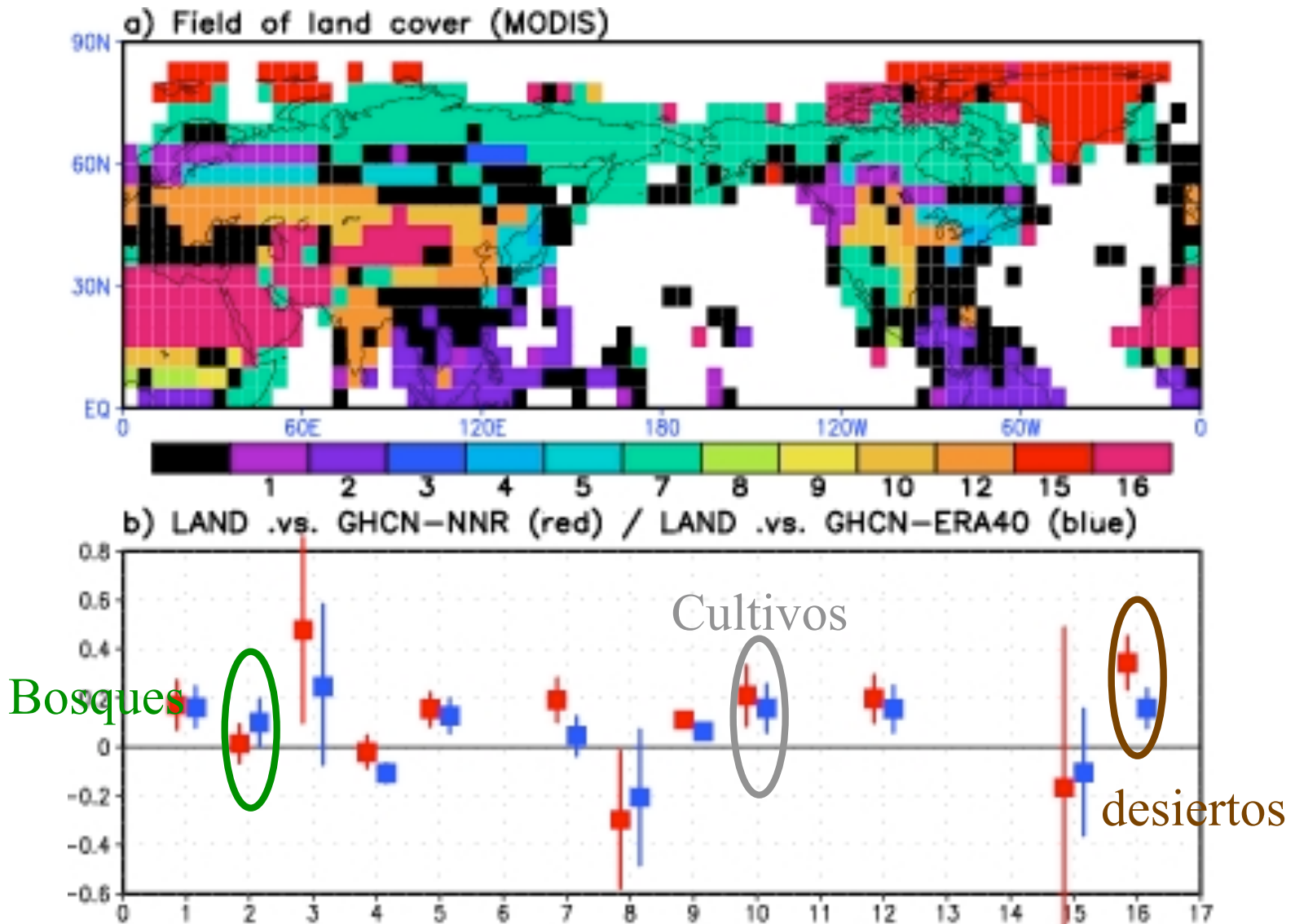
# Land cover type (MODIS) and estimated trend from NCEP and ERA reanalyses (Lim, Cai, Kalnay, Zhou, 2005)



Land cover type (MODIS) and estimated trend from  
 NCEP and ERA reanalyses  
 (**Lim, Cai**, Kalnay, Zhou, GRL 2005)

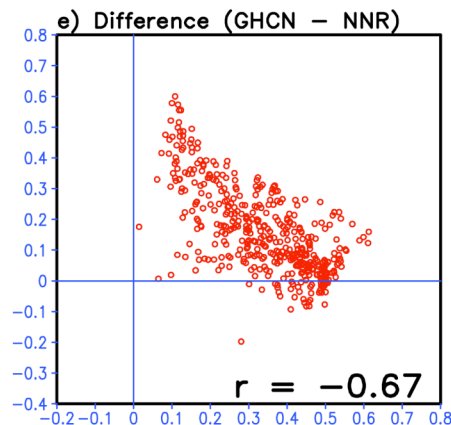
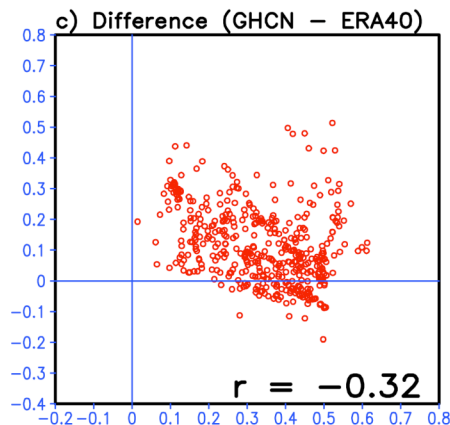
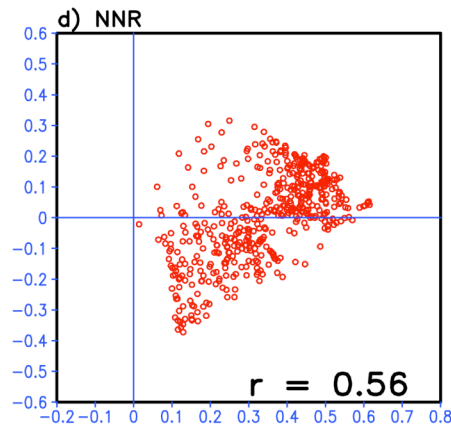
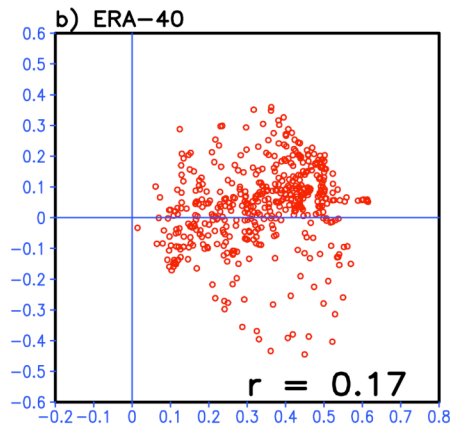
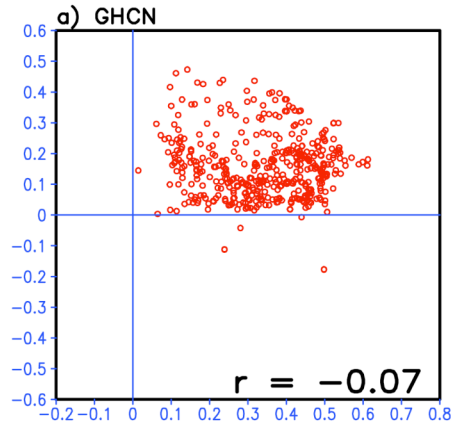
1) Evergreen needle-leaf forest	2) Evergreen broadleaf forest	3) Deciduous needle-leaf forest	4) Deciduous broadleaf forest
29	42	4	3
5) Mixed forest	6) Closed shrubland	7) Open shrubland	8) Woody Savannah
31	0	81	6
9) Savannah	10) Grassland	11) Wetland	12) Cropland
6	36	0	51
13) Urban	14) Natural vegetation mosaic	15) Snow and Ice	16) Barren or sparsely vegetated
0	0	3	56

# Land cover type (MODIS) and estimated trend from NCEP and ERA reanalyses (Lim, Cai, Kalnay, Zhou, 2005)



# Dependencia de las tendencias con NDVI (20N-50N), **Lim, Cai**, Kalnay.

GHCN



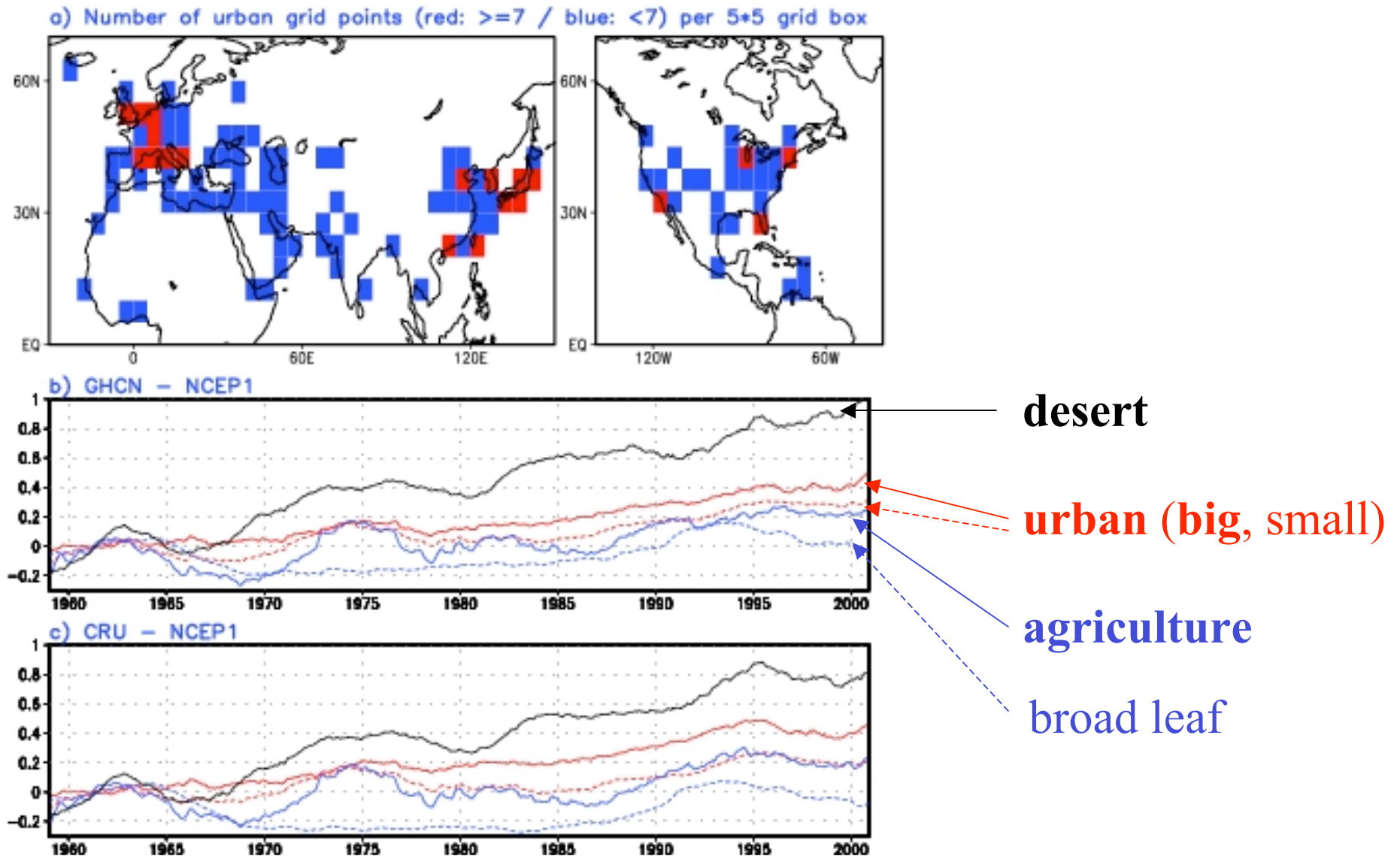
• Las tendencias observadas no muestran una dependencia con NDVI

\* NNR y ERA40 muestran una correlación positiva with NDVI

\* OMR muestra una correlación negativa.

\* La vegetación reduce la tendencia de la temperatura de superficie, suelos sin vegetación la aumentan.

Diferencia en las tendencias de  $T_{sup}$  dependiendo en el tipo de superficie: desiertos y areas urbanas se calientan fuertemente, bosques de hojas anchas and zonas de agricultura se calientan menos (Lim et al, 2005)





# CONCLUSIONES BASADAS EN OMR

- Los resultados en US oriental, China y Argentina son similares.
- Los impactos son regionales, dependen del tipo de suelo.
- NCEP y ERA-40 dan tendencias OMR similares para diferentes tipos de tierra.
- La vegetación reduce el calentamiento de superficie asociado con el efecto de invernadero.
- Zonas urbanas y desérticas tienen mayor calentamiento; bosques de hojas anchas y zonas cultivadas se calientan menos (pero reducen el DTR, rango de temperatura diurno).
- En la Argentina, el aumento de lluvias y el aumento de producción de soja ha resultado en una reducción de temperaturas.



Nuestros resultados indican que el calentamiento por gases de invernadero no es uniforme:  
Depende de las características del suelo.

Las **zonas urbanas y desérticas** se calientan **más** de lo que les corresponde por gases de invernadero.

Los **bosques** se calientan **menos** de lo que les corresponde por gases de invernadero.

**Cuanto más verde, menos se va a calentar**