



Quinto Congreso Nacional de Riego y Drenaje COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



AURPAES, S.C.
Asociación Estatal de Asociaciones de Usuarios de Riego
Productores Agrícolas del Estado de Sinaloa S.C.



ANÁLISIS DE ÍNDICES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE ZACATECAS

OSCAR PITA DÍAZ & DAVID ORTEGA-GAUCIN

Fecha de presentación **19/septiembre/2019**
Mazatlán, Sinaloa, México



SINALOA
GOBIERNO DEL ESTADO



AURPAES, S.C.
Asociación Estatal de Asociaciones de Usuarios de Riego
Productores Agrícolas del Estado de Sinaloa S.C.



SADER
SECRETARÍA DE AGRICULTURA
Y DESARROLLO RURAL



AMERD
ASOCIACIÓN MEXICANA DE EMPRESAS DE RIEGO Y DRENAJE A.C.



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



ANUR
ASOCIACIÓN NACIONAL DE
USUARIOS DE RIEGO, A.C.



**UNIVERSIDAD
DE LOS MOCHIS**





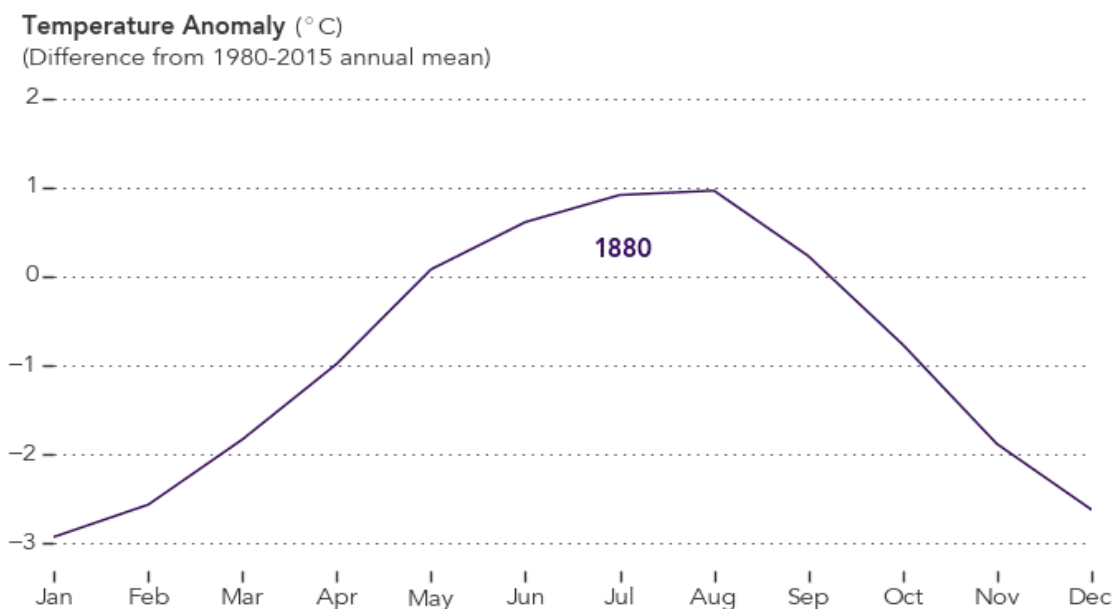
Contenido

- Introducción
- Materiales y Métodos
- Resultados y Discusión
- Conclusiones



Introducción

En los últimos años, los fenómenos hidrometeorológicos extremos en México han sido más frecuentes y de mayor severidad, posiblemente como consecuencia del cambio climático global.



<https://earthobservatory.nasa.gov>

Cambio proyectado en la temperatura promedio en México
(Escenario RCP 4.5 al 2015-2039)

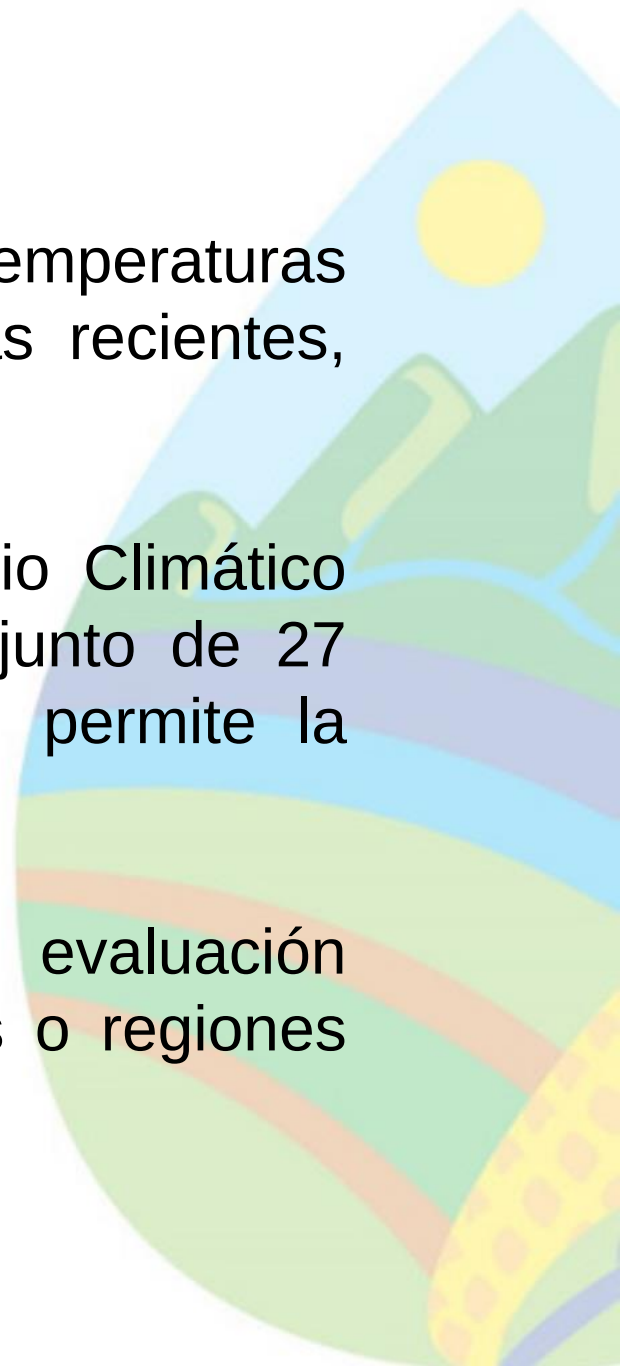


Fuente: INECC.



Introducción

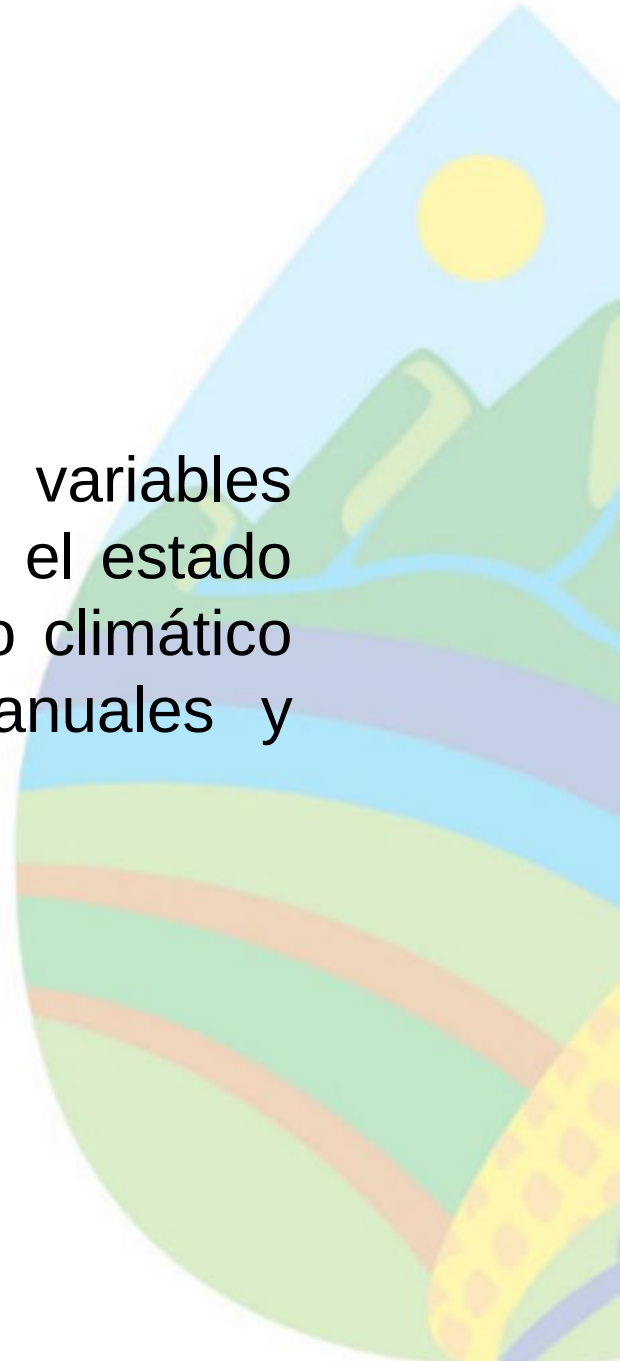
- Las tendencias en los cambios de las precipitaciones y temperaturas extremas han sido objeto de investigaciones en décadas recientes, principalmente a través del uso de índices.
- El Grupo de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI, por sus siglas en inglés), estandarizó un conjunto de 27 índices (16 de temperatura y 11 de precipitación) que permite la comparación de estudios en cualquier parte del mundo.
- Estos índices son útiles para llevar a cabo una evaluación comprensible de los cambios en los extremos en puntos o regiones específicas.





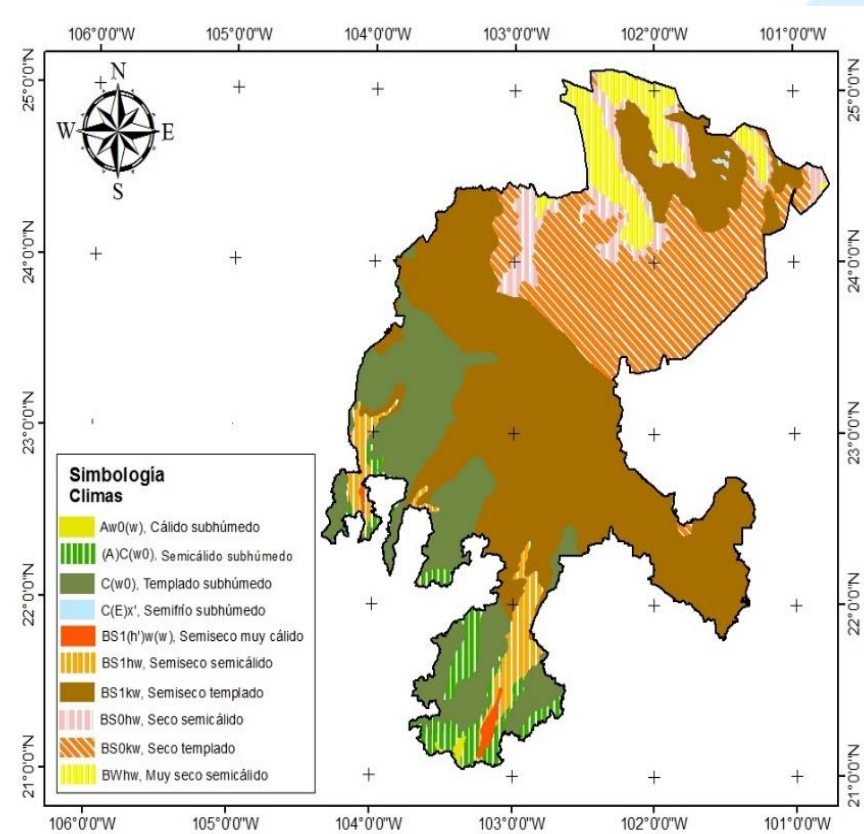
Objetivo

Identificar cambios en el comportamiento de variables climatológicas como la temperatura y la precipitación en el estado de Zacatecas, mediante el cálculo de índices de cambio climático establecidos por el ETCCDI, a escalas de tiempo anuales y estacionales.



Materiales y Métodos

Área de estudio: Estado de Zacatecas



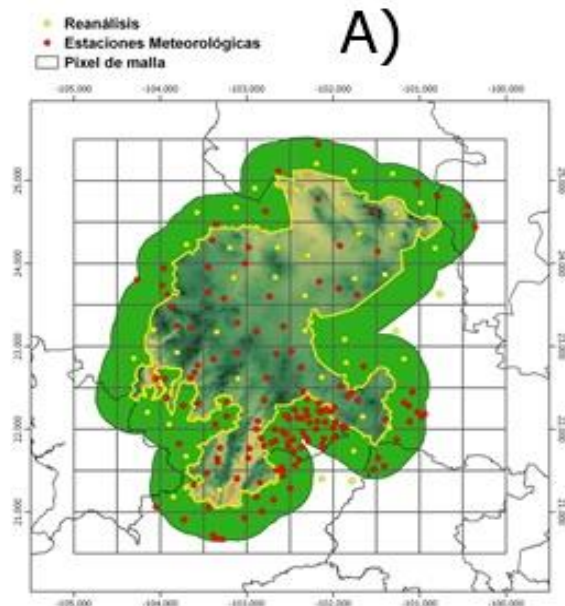
Clima: seco y semiseco (73% del territorio)

Selección de estaciones climatológicas

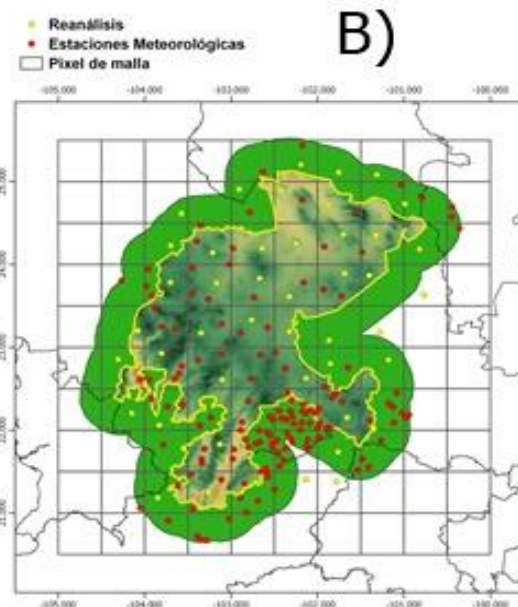
Período: 1976-2015. Disponibilidad de datos (>80%)

Variable	Estaciones climatológicas CLICOM	Estaciones de reanálisis CRU TS 4.03	Total
Temperatura máxima	140	43	183
Temperatura Mínima	139	40	179
Precipitación	158	54	212

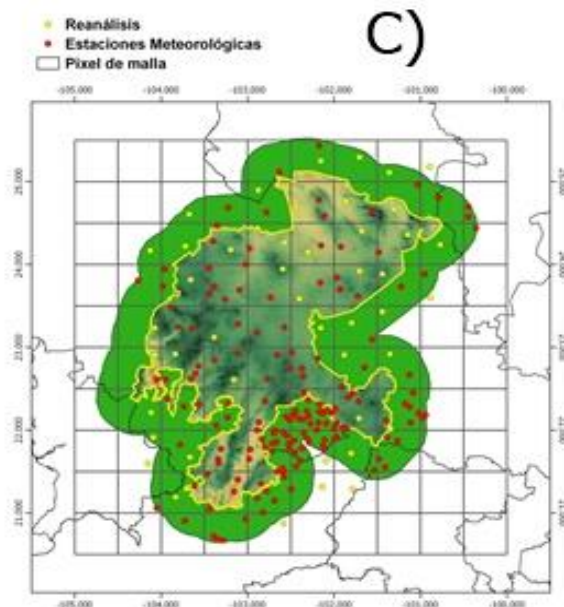
A) Temperatura máxima



B) Temperatura mínima

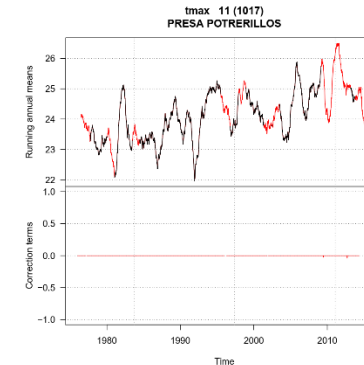
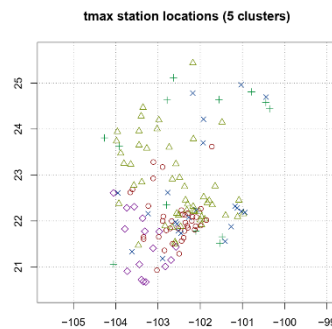
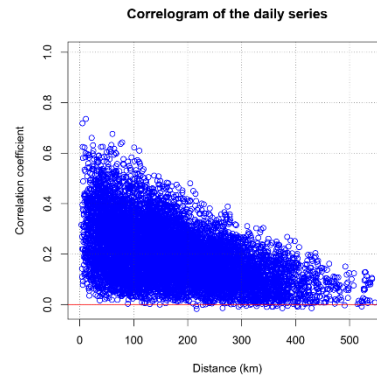
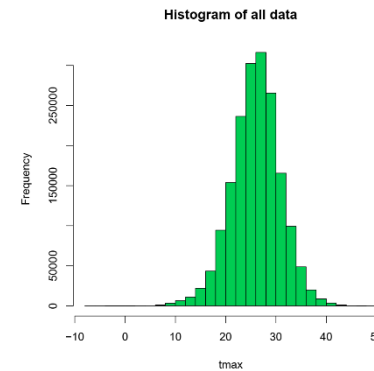
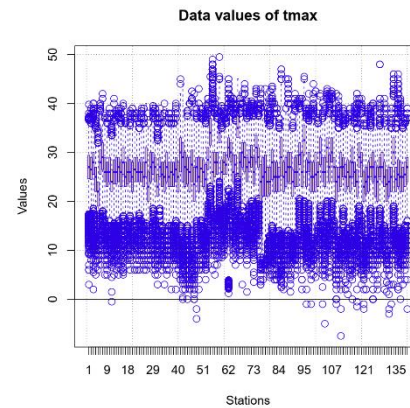
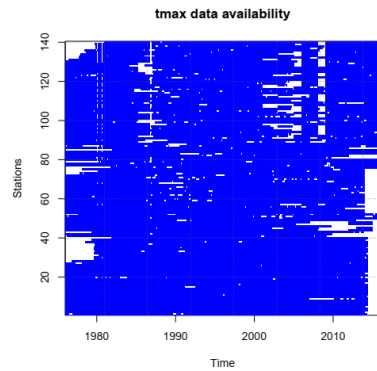


C) Precipitación



Control de calidad y homogeneización de datos mediante Climatol (Guijarro, 2018)

- Detección de valores anómalos por errores de medición
- Relleno de datos faltantes
- Conformación de clusters (series de reanálisis)
- Análisis de correlación
- Reconstrucción de series





Cálculo de índices de cambio climático

Índices propuestos por el Grupo de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI)

Índice	Descripción	Índice	Descripción
CDD	Días secos consecutivos	R5day	Precipitación máxima en 5 días
CSDI	Duración de los periodos fríos	SDII	Índice simple de intensidad diaria
CWD	Días húmedos consecutivos	SU	Días de verano
DTR	Rango diurno de temperatura	TN10p	Noches frías
FD	Días con helada	TN90p	Noches cálidas
GSL	Estación de crecimiento	TNn	Temperatura mínima extrema
ID	Días co hielo	TNx	Temperatura mínima más alta
PRCPTOT	Precipitación total anual	TR	Noches tropicales
R10mm	Días con lluvia mayor a 10 mm	TX10p	Días frescos
R20mm	Días con lluvia mayor a 20 mm	TX90p	Días calurosos
R95p	Días muy húmedos	TXn	Temperatura máxima más baja
R99p	Días extremadamente húmedos	TXx	Temperatura máxima extrema
Rnnmm	Días con lluvia mayor a nn	WSDI	Duración de los periodos cálidos
RX1day	Precipitación máxima en un día		

<http://etccdi.pacificclimate.org>

Índices calculados en este trabajo

Días de verano (SU)

Es el número de días del año en el que la temperatura máxima es mayor a 25°C.

$$SU = tmax(> 25)$$

Días de heladas (FD)

Es el número de días en un año en el que la temperatura mínima es menor a 0°C.

$$FD = tmin(< 0)$$

Temperatura máxima extrema (TXX)

Es el valor máximo estacional de la temperatura máxima diaria.

$$TXX = max(tmax)$$

Temperatura mínima extrema (TNN)

Es el valor máximo estacional de la temperatura mínima diaria.

$$TNN = min(tmin)$$

Precipitación total anual en días húmedos (PRCPTOT)

$$PRCPTOT = \sum_{i=1}^I R Rij$$

Precipitación máxima en 5 días (Rx5days)

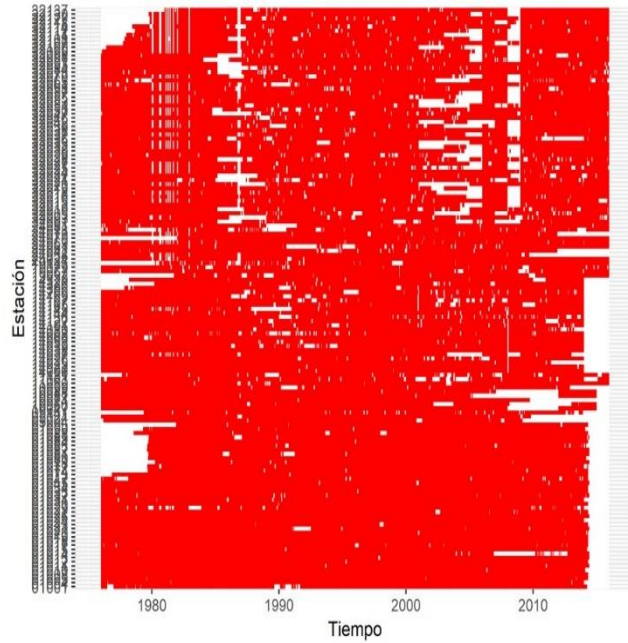
$$Rx5day = max(R Rij)$$

Resultados y Discusión

Disponibilidad de datos diarios (1976-2015)

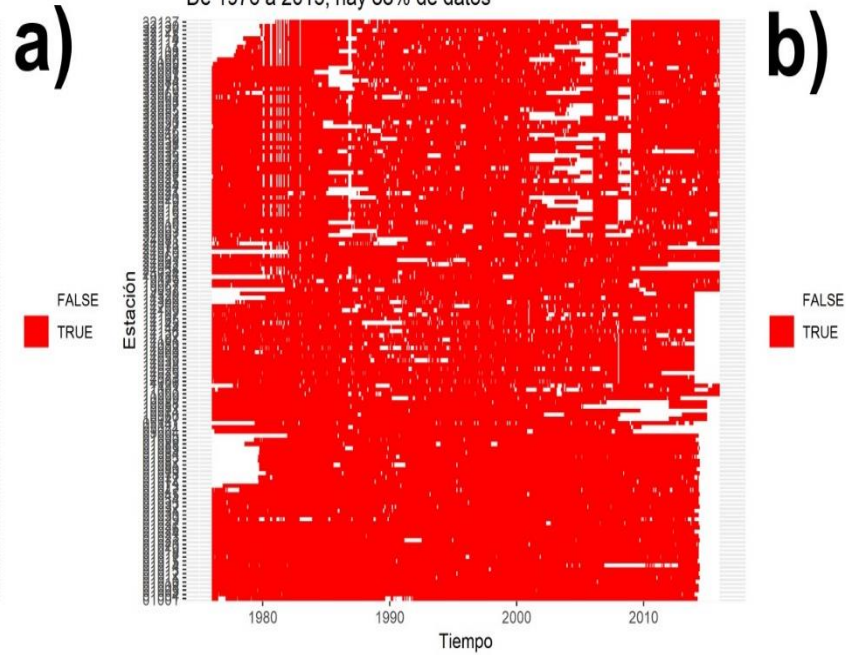
A) Temperatura máxima

De 1976 a 2015, hay 88% de datos



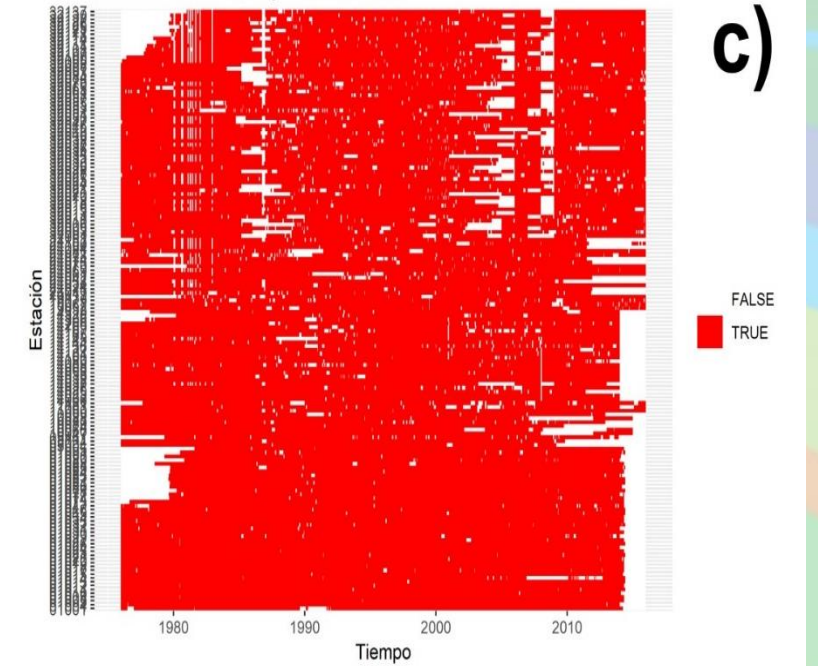
B) Temperatura mínima

De 1976 a 2015, hay 88% de datos



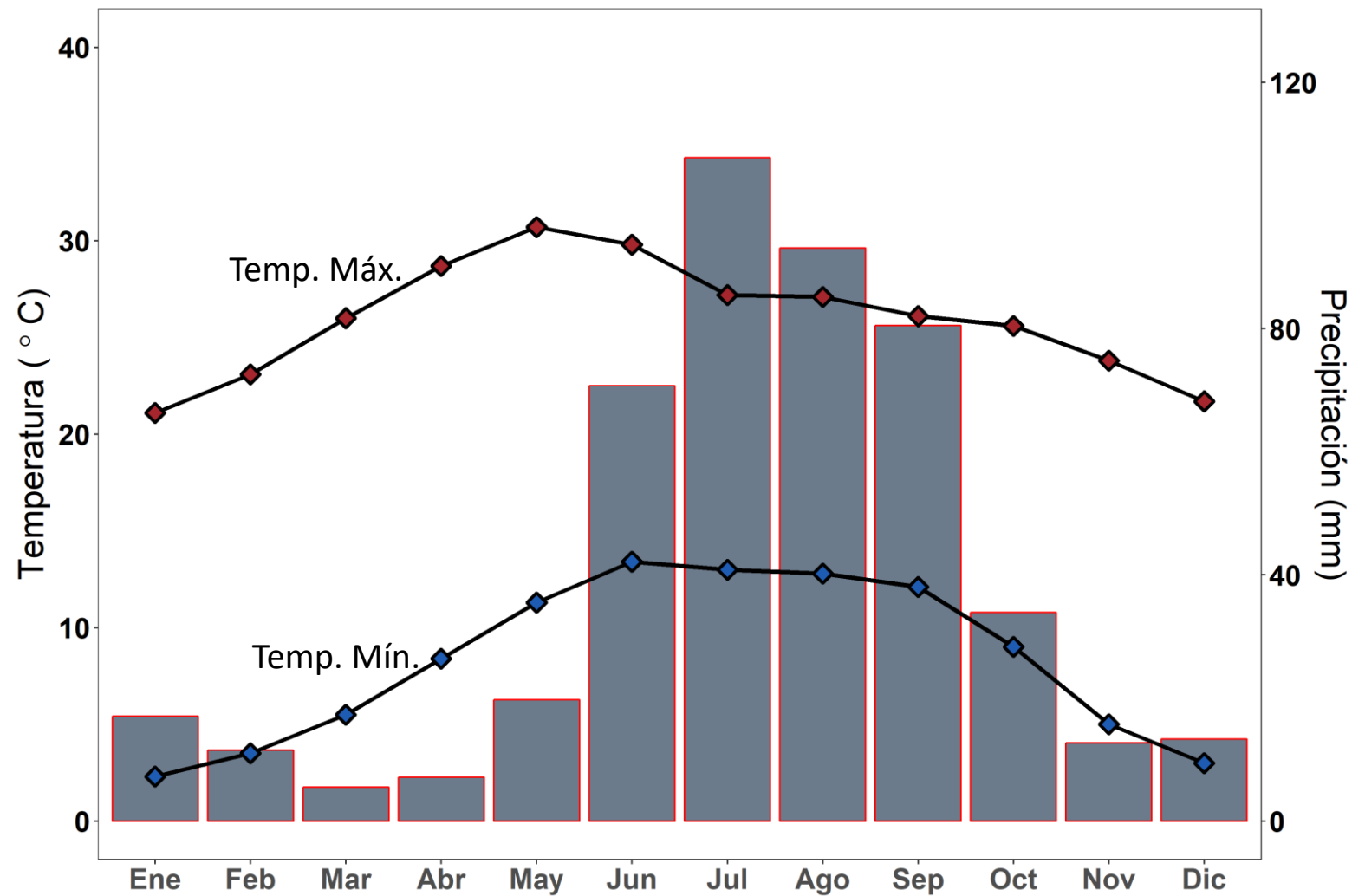
C) Precipitación

De 1976 a 2015, hay 88% de datos





Caracterización climática de Zacatecas (1976-2015)



Temperatura

Media anual = 17.4 °C

Máxima = 30.7°C (mayo)

Mínima = 2.3°C (enero)

Precipitación

Total anual = 472.7 mm

Máxima = 107.8 mm (julio)

Mínima = 8 mm (marzo)

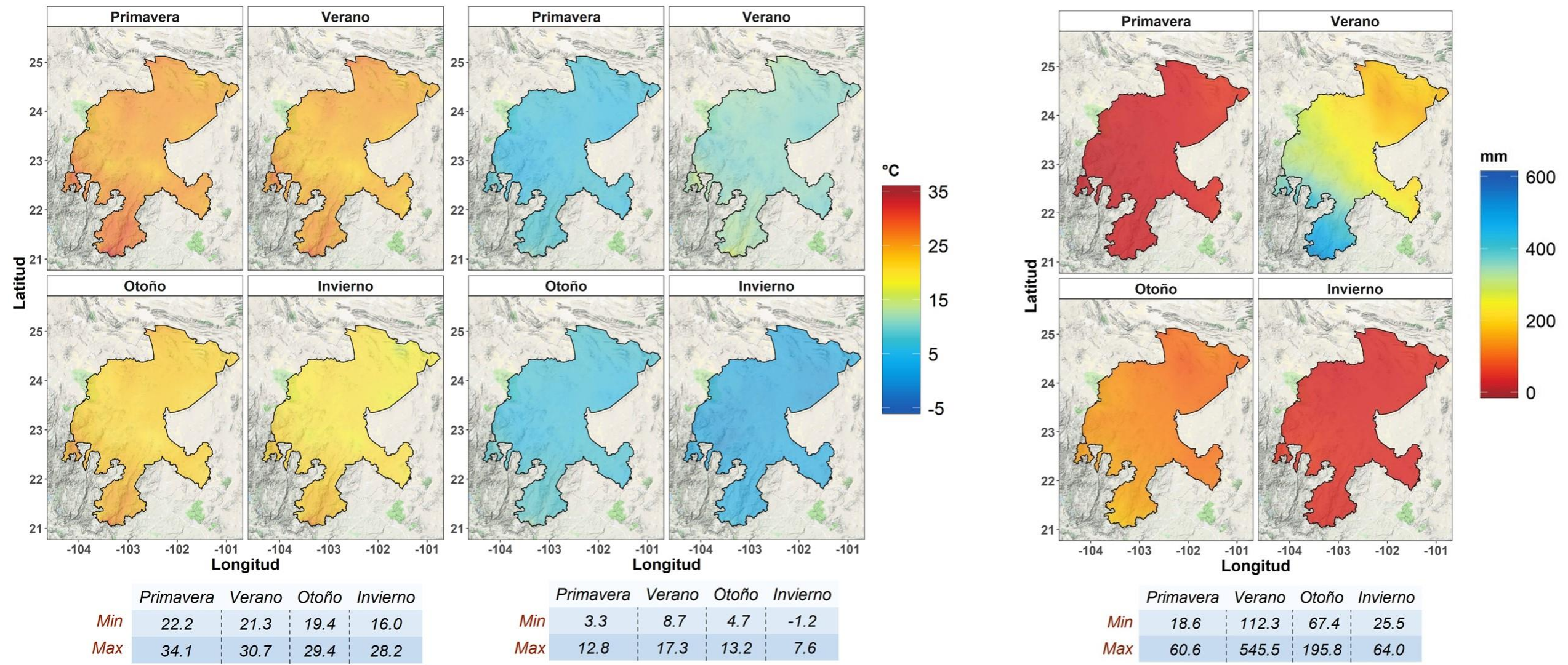


Caracterización climática estacional de Zacatecas

A) Temperatura máxima

B) Temperatura mínima

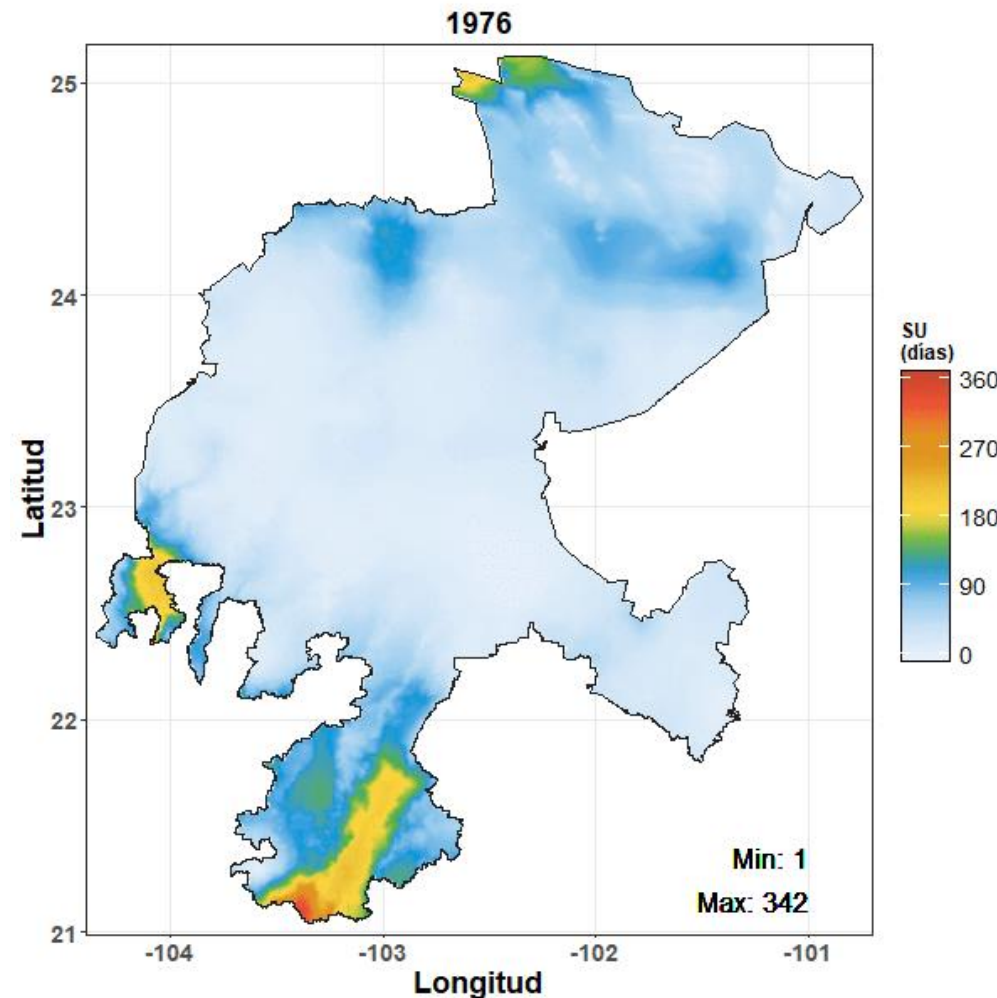
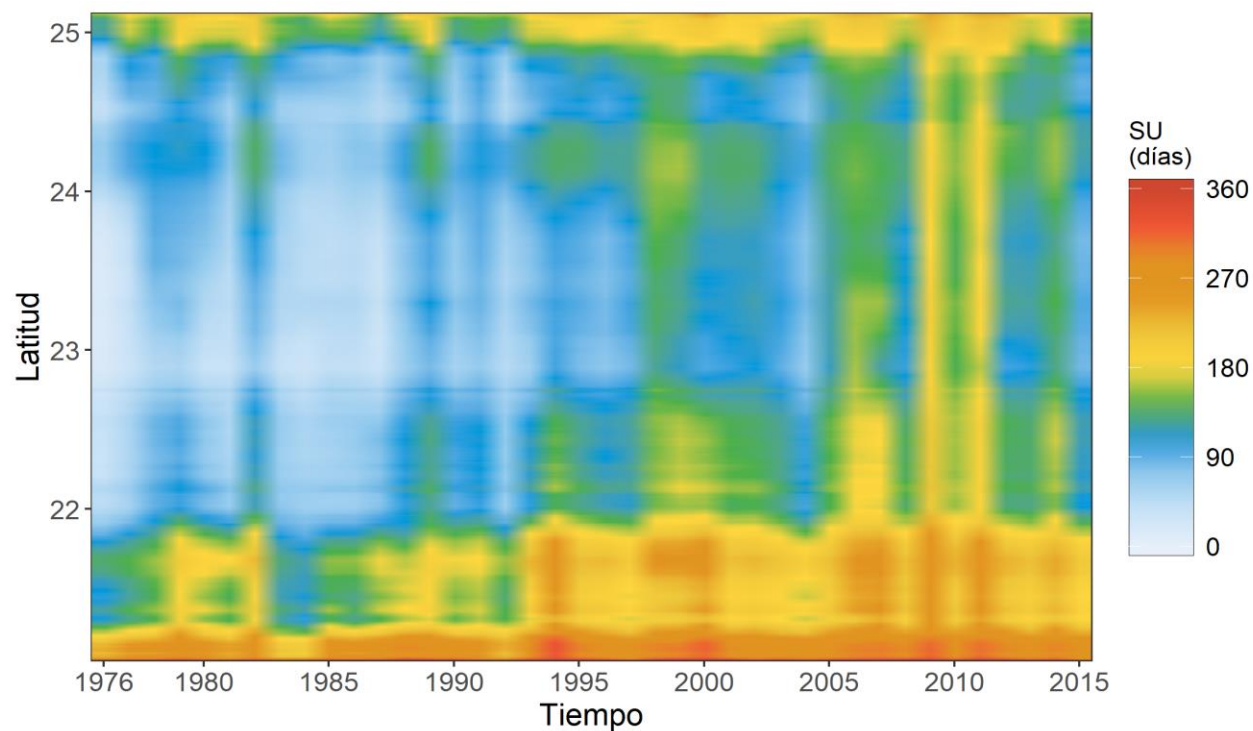
C) Precipitación



Índices de cambio climático

Días de verano (SU) $SU = tmax(> 25)$

El número de días del año en el que la temperatura máxima es mayor a 25°C se ha incrementado en los últimos años, siendo 2009 y 2011 los años más cálidos.

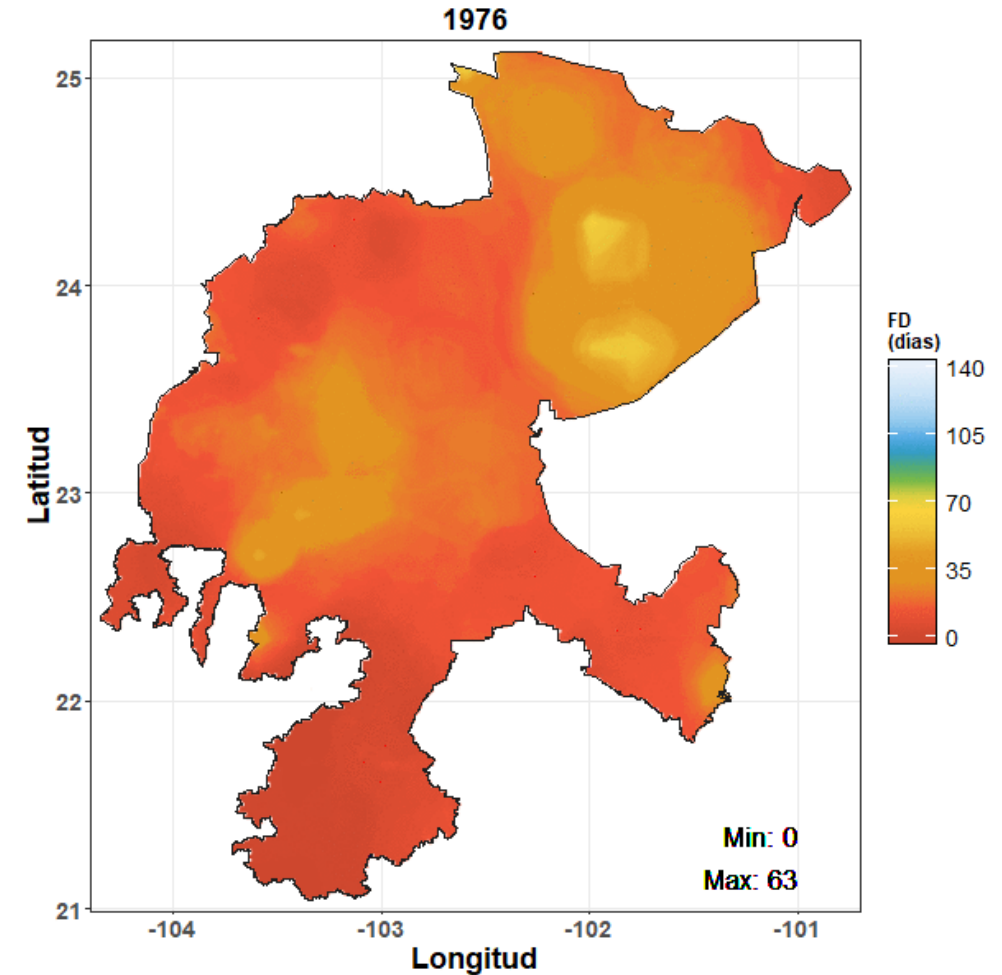
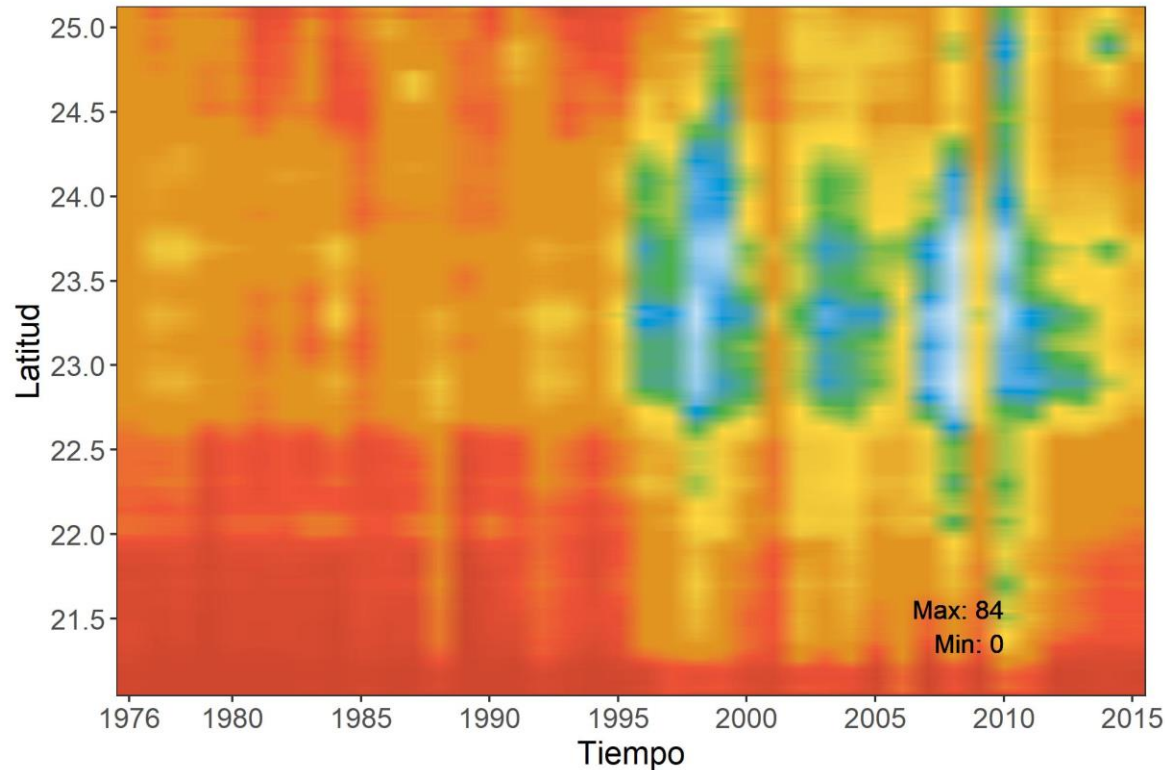


Índices de cambio climático

Días de heladas (FD)

$$FD = tmin(< 0)$$

El número de días del año con temperatura mínima inferior a 0°C a aumentado en los últimos 20 años, sobre todo en la parte central del estado.

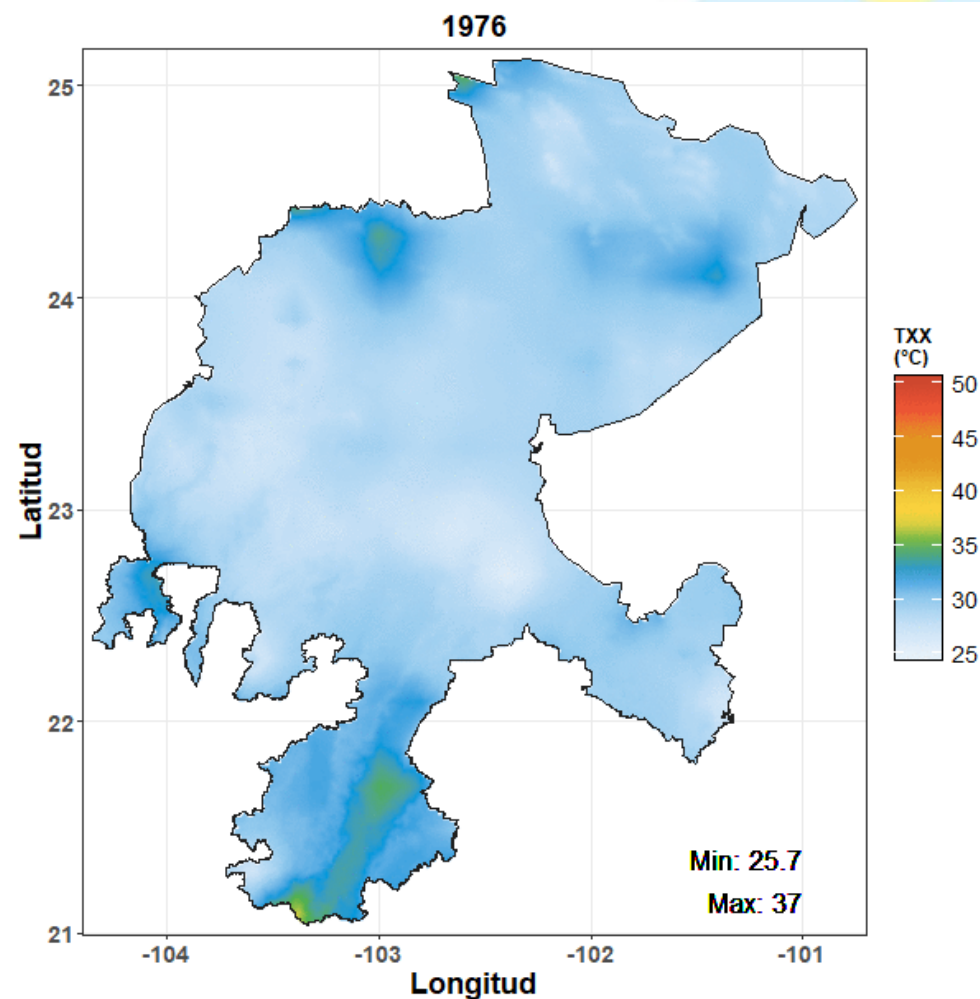
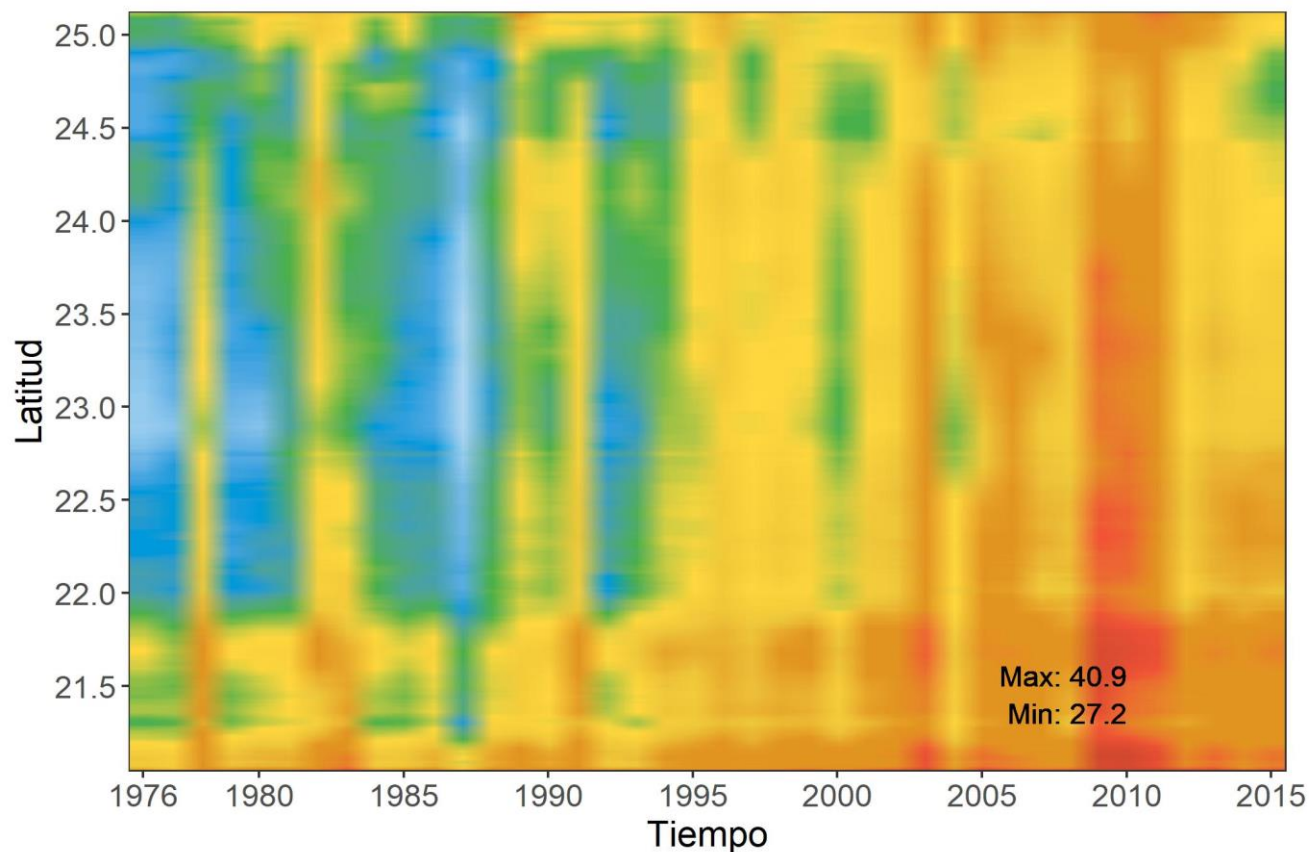


Índices de cambio climático

Temperatura máxima extrema (TXX)

$$TXX = \max(t_{\max})$$

A partir de 1995 los valores de TXX se están incrementando, siendo los años 2009, 2010 y 2011 los que registraron temperaturas superiores a 40°C.

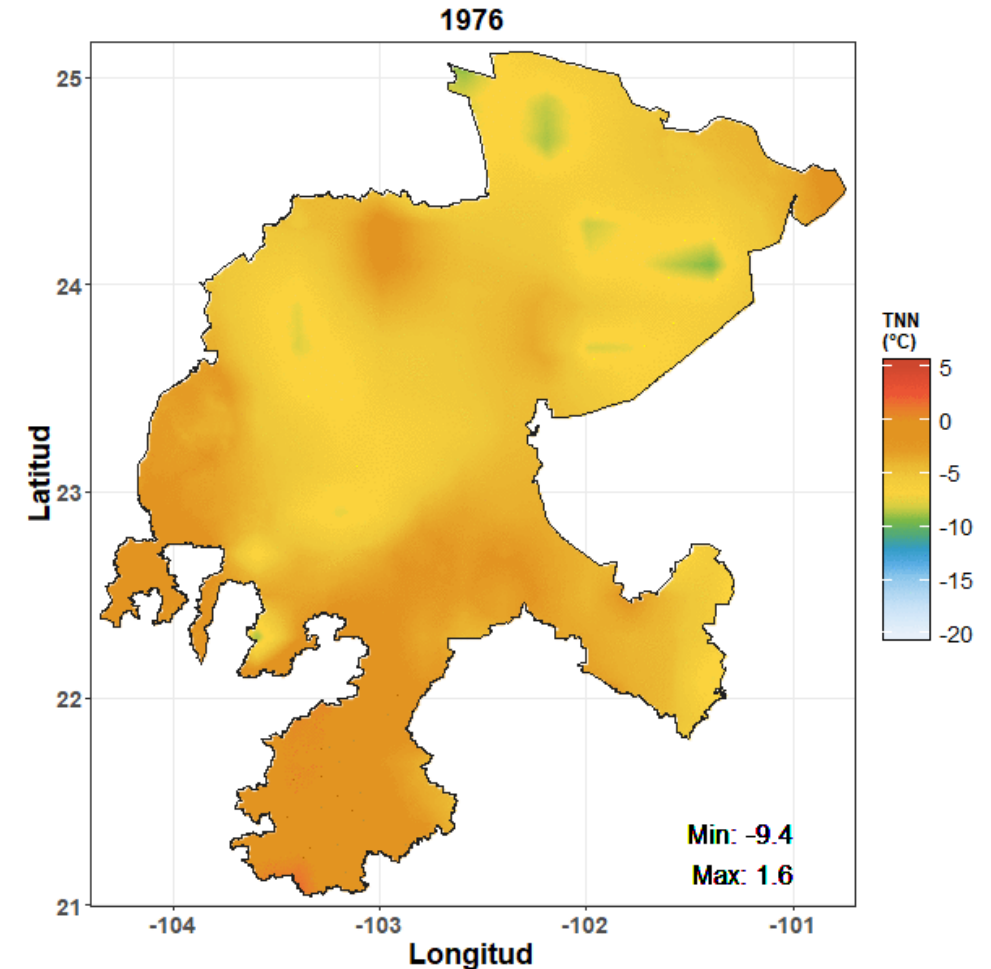
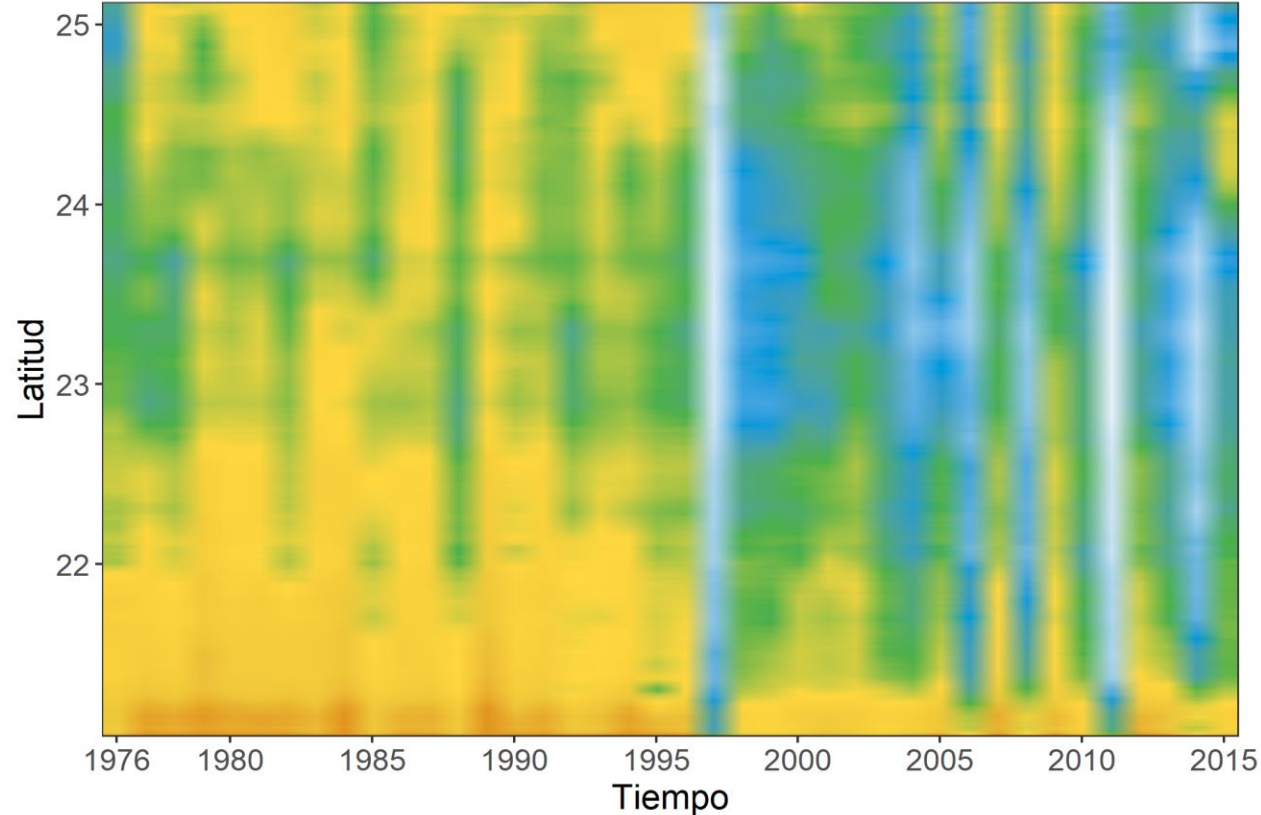


Índices de cambio climático

Temperatura mínima extrema (TNN)

$$TNN = \min(t_{min})$$

En los últimos 20 años, los valores mínimos extremos están disminuyendo notoriamente, comparado con los primeros años de análisis.

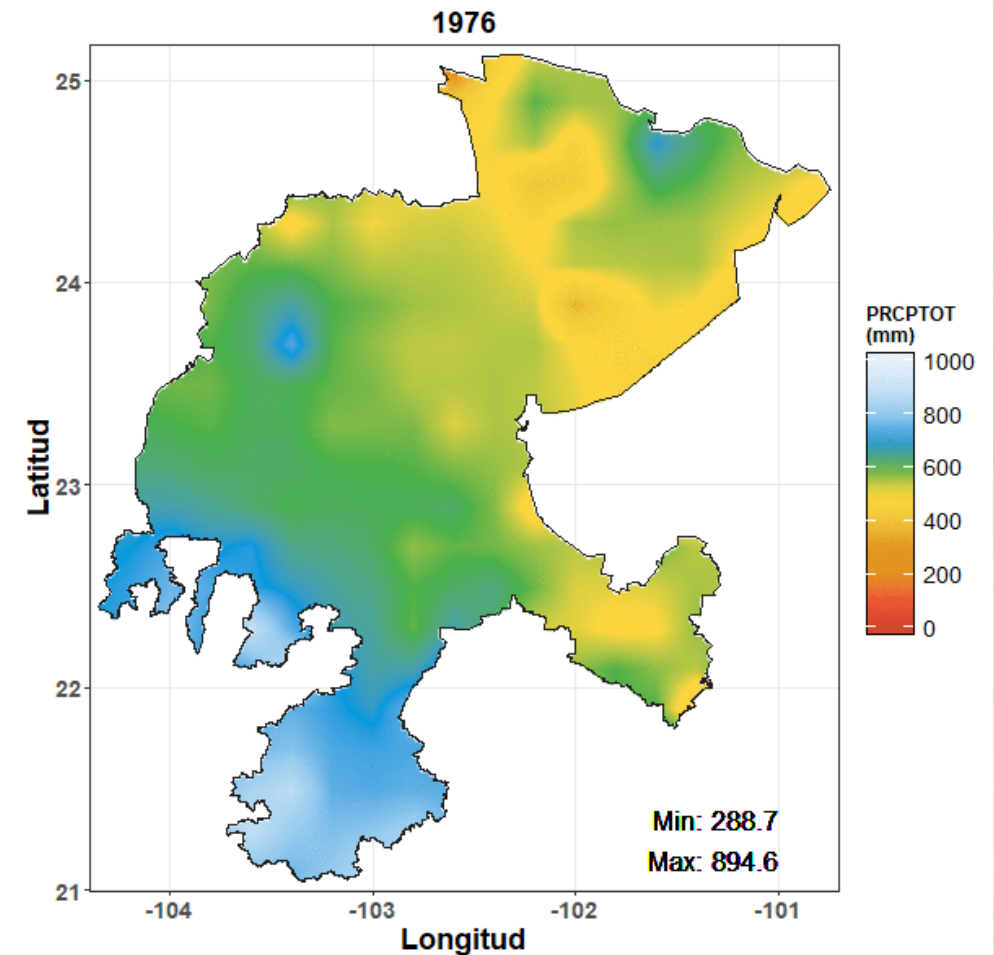
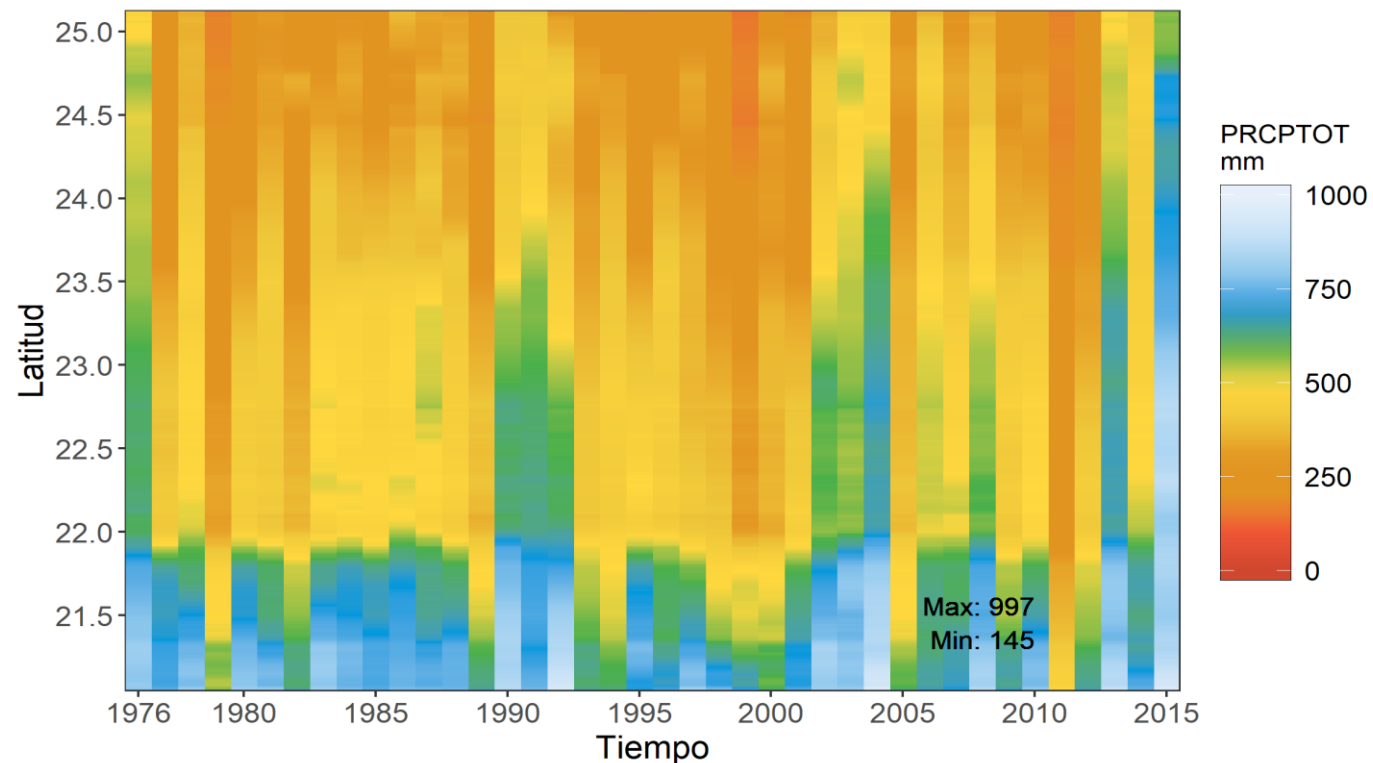


Índices de cambio climático

Precipitación Total (PRCPTOT)

$$PRCPTOT = \sum_{i=1}^I R R_{ij}$$

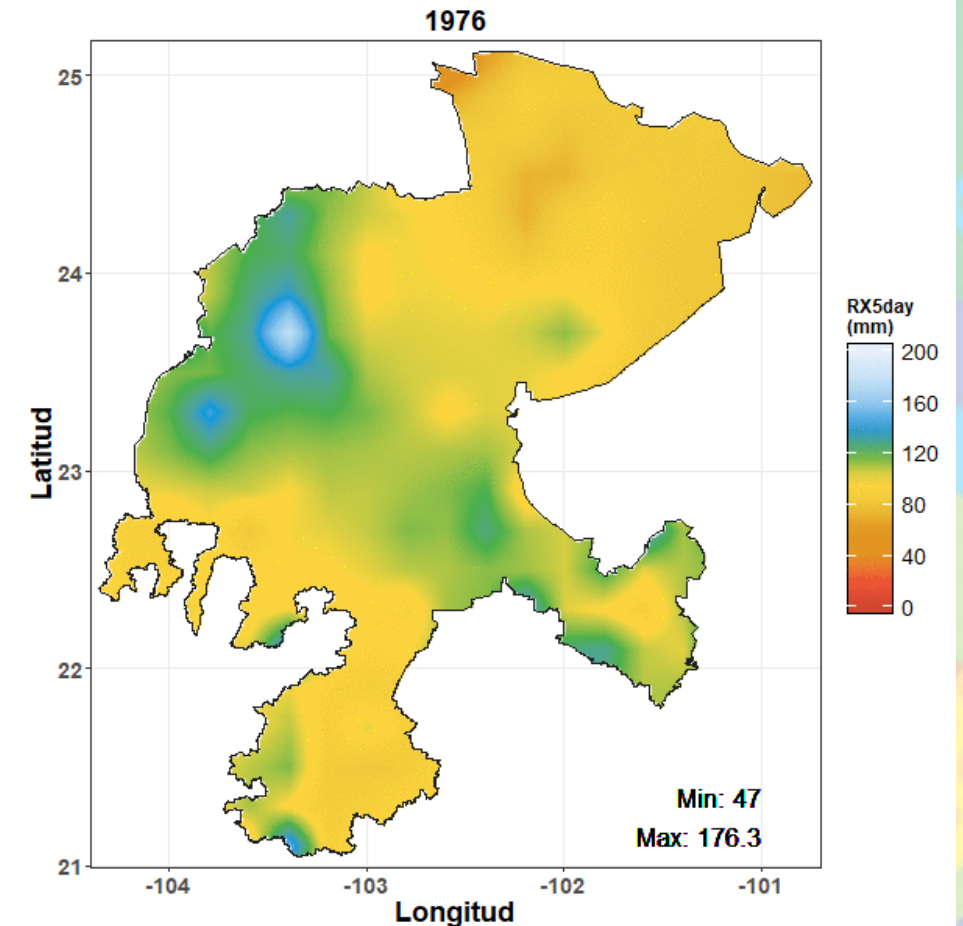
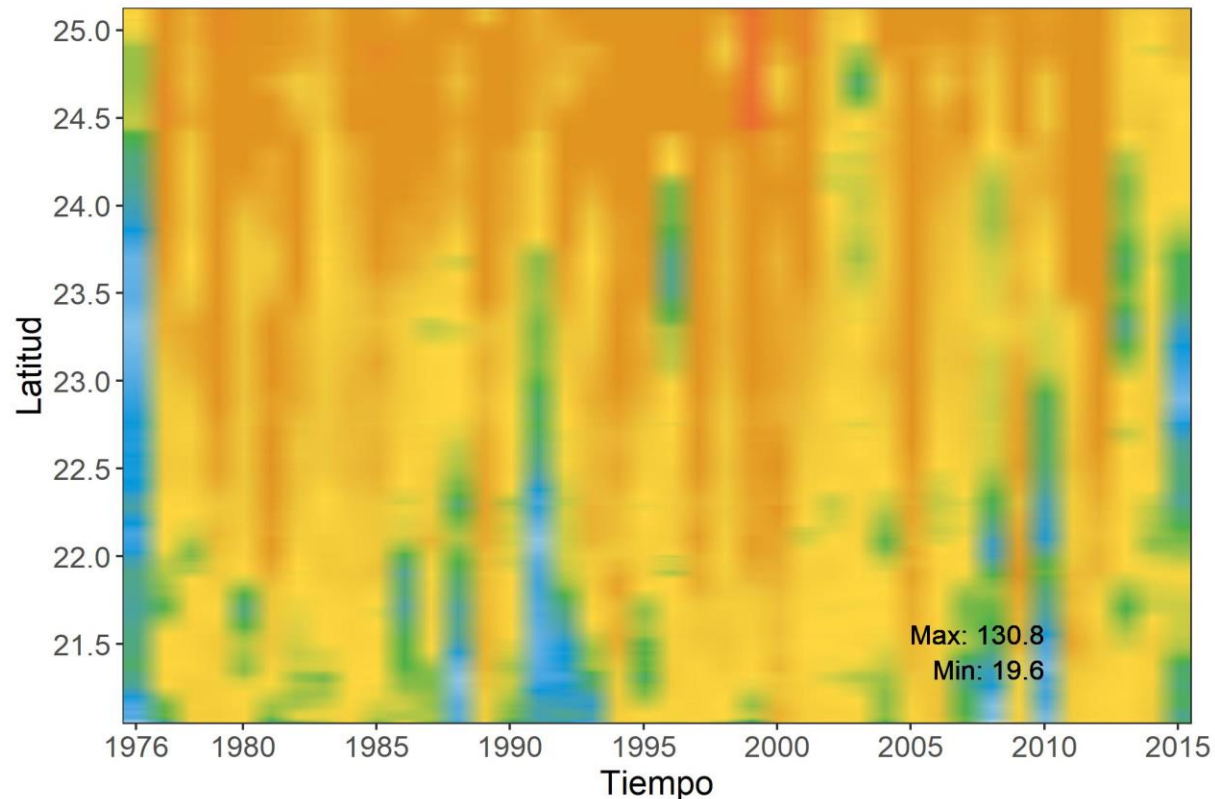
Los días en los que la precipitación es mayor a 1 mm se concentran en la zona sur del estado, con tendencia a incrementarse hacia el norte, donde destaca el año 2015 como el más húmedo dentro del período.



Índices de cambio climático

Precipitación máxima en cinco días (RX5day) $Rx5day = \max(RR_{ij})$

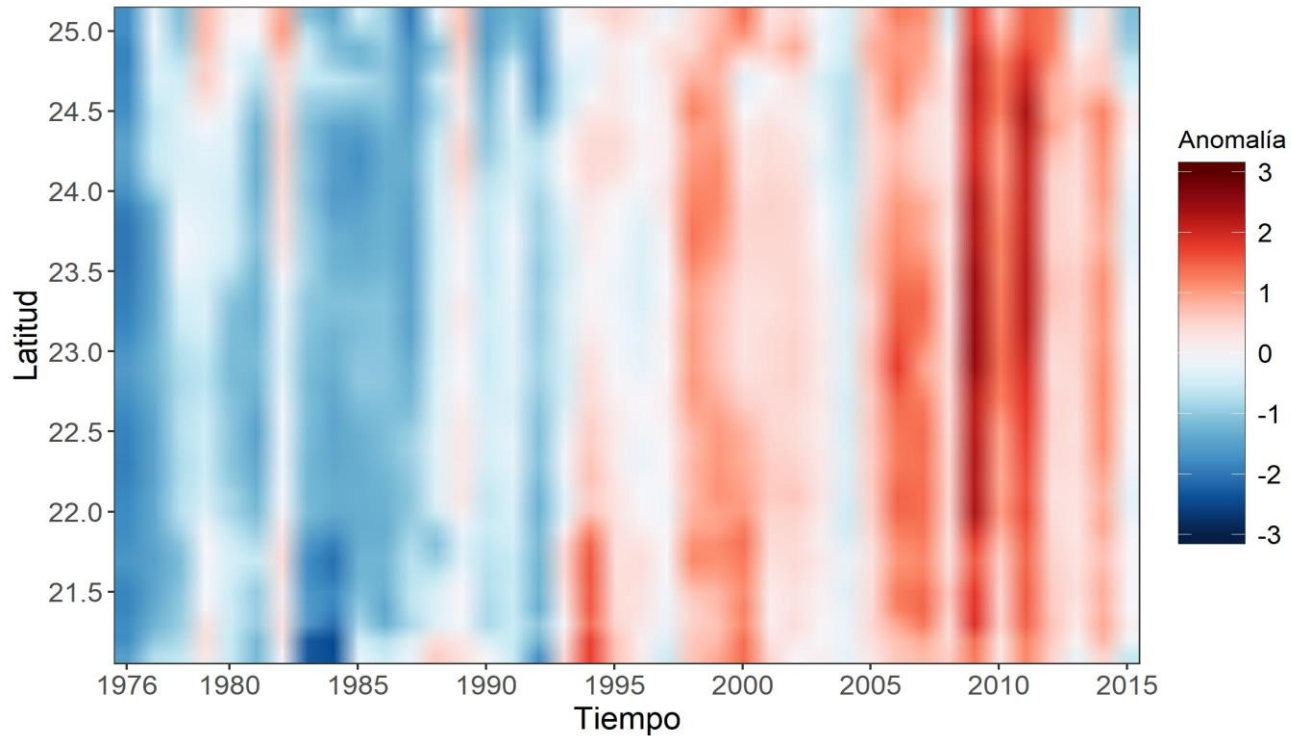
Los valores máximos de precipitación en cinco días son más frecuentes en el sur del estado; aunque no muestran una tendencia clara, en los últimos diez años han sido más recurrentes.



Anomalías estandarizadas

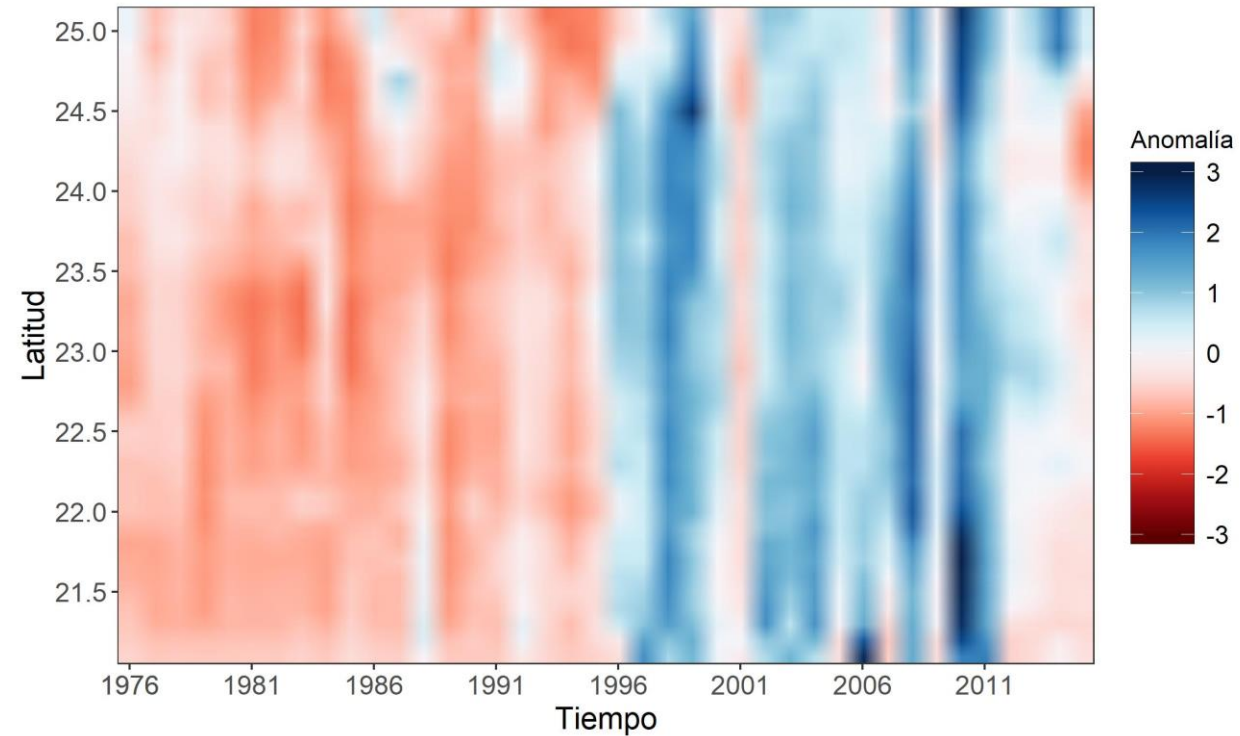
Días de verano

Incremento a partir de 1994, teniendo anomalías positivas (más días de verano) en los últimos años.



Días de heladas

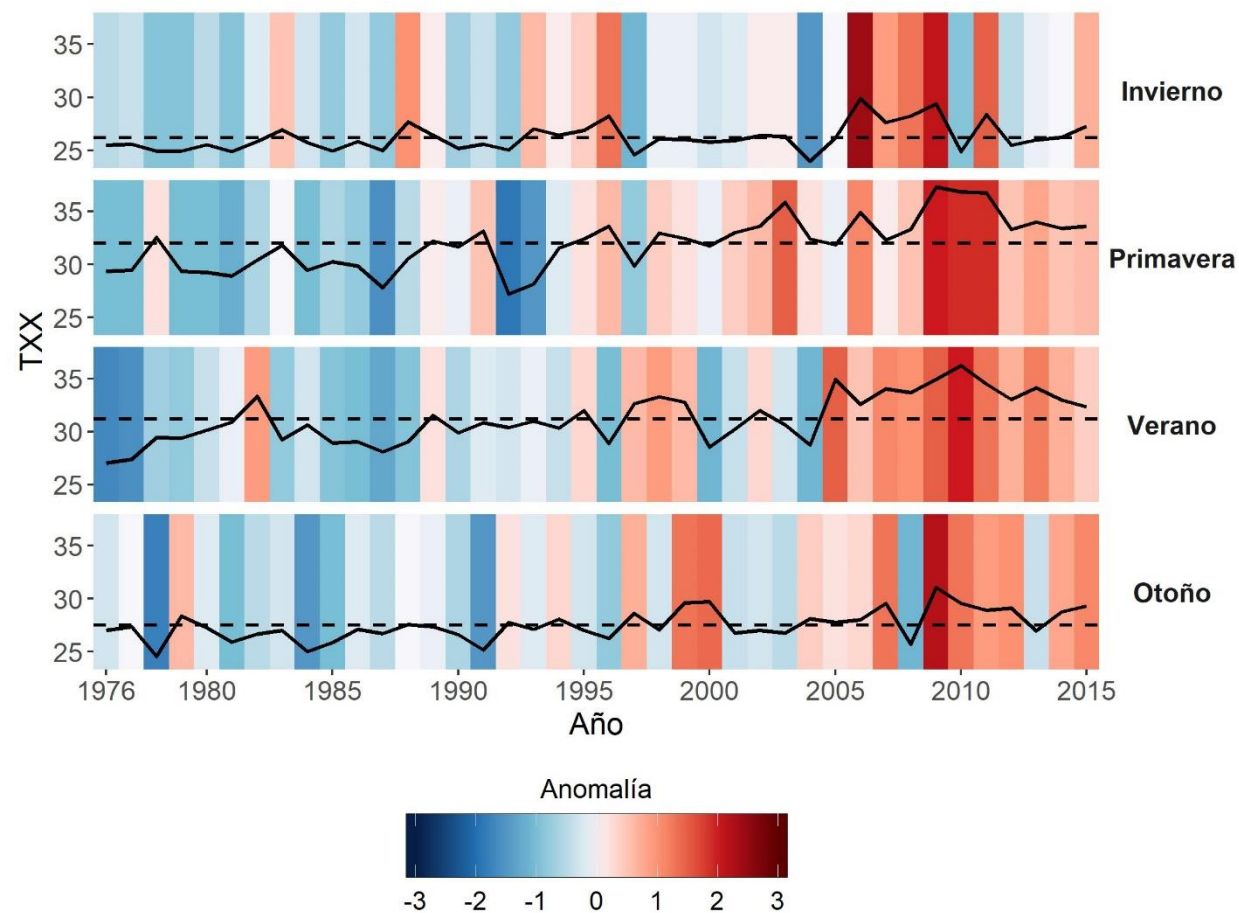
Anomalías positivas (más días de heladas) a partir de 1996 hasta el 2012, tomando comportamientos normales en 2013-2015.



Anomalías estandarizadas

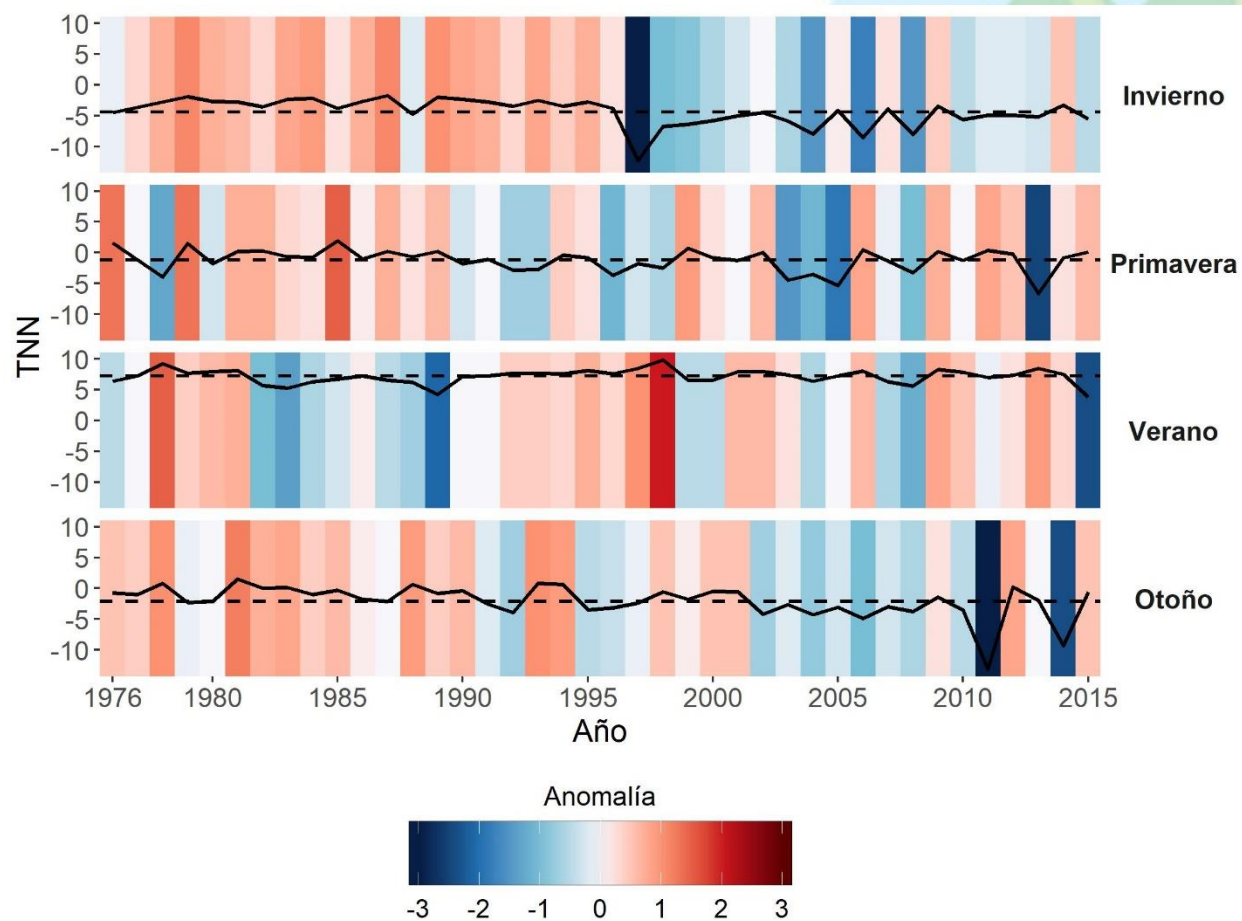
Temperatura máxima extrema

Tendencia a incrementarse en las estaciones de primavera, verano y otoño.



Temperatura mínima extrema

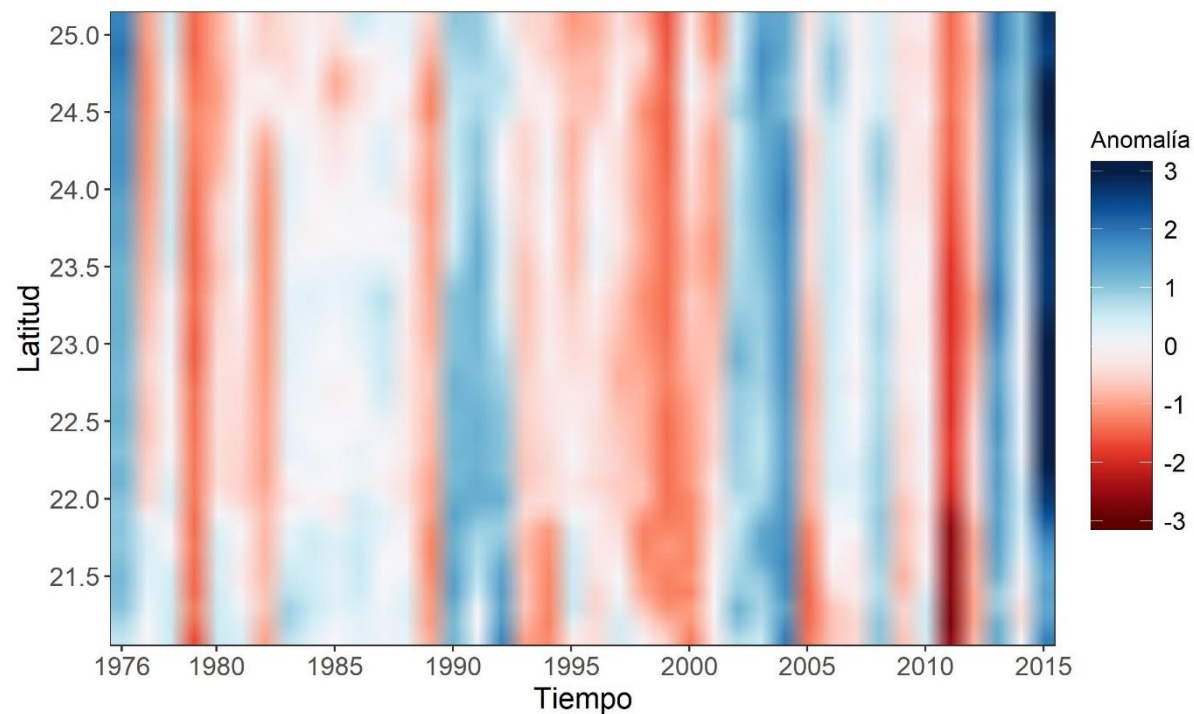
Anomalías negativas (temperatura más frías) principalmente en otoño.



Anomalías estandarizadas

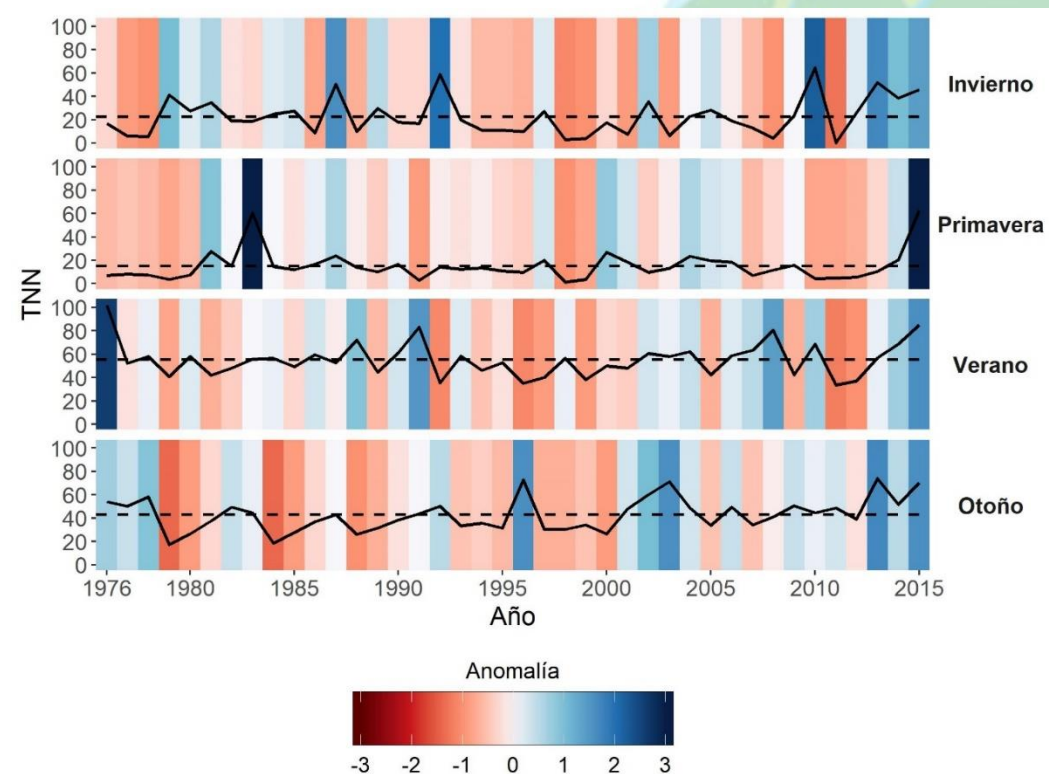
Precipitación total

Periodos secos a finales de la década de 1970 y principios de 1980; de 1993 a 2000; y la gran sequía del 2011 y 2012



Precipitación máxima en cinco días

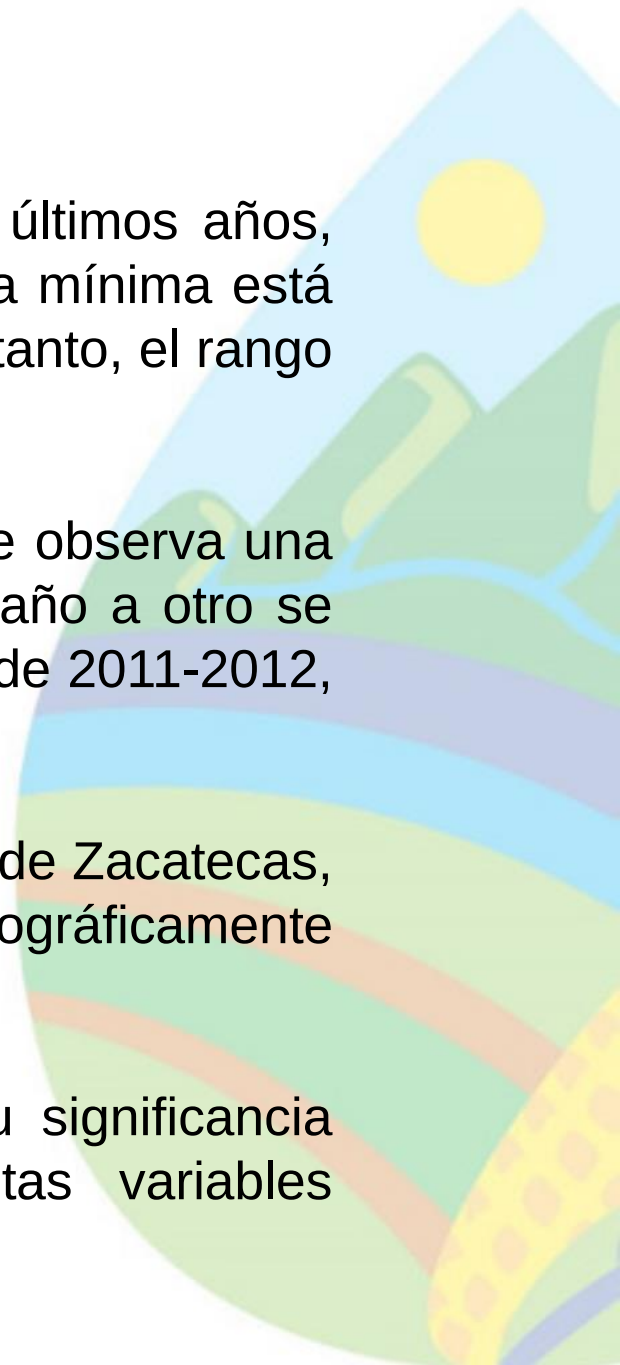
Tendencia al incremento a partir del 2013 para las cuatro estaciones del año.





Conclusiones

- La temperatura máxima muestra una tendencia a aumentar en los últimos años, sobre todo en las estaciones de primavera y verano, mientras que la mínima está disminuyendo notoriamente en los meses de otoño e invierno. Por lo tanto, el rango de temperaturas extremas estacionales se está incrementando.
- Los cambios en la precipitación no muestran una tendencia clara. Se observa una alternancia entre períodos húmedos y secos cuyos cambios de un año a otro se han hecho más frecuentes en los últimos años. Ej.: la severa sequía de 2011-2012, y el año más lluvioso de todo el período de registro (2015).
- Los resultados no son uniformes a lo largo y ancho de todo el estado de Zacatecas, lo cual se debe en gran medida a que no es un estado fisiográficamente homogéneo.
- El trabajo futuro consiste en analizar las tendencias, así como su significancia estadística, para comprender mejor el comportamiento de estas variables climatológicas.



GRACIAS



Quinto
Congreso Nacional
de Riego y Drenaje
COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



AURPAES, S.C.
Asociación Nacional de Asociaciones de Riego y Drenaje
Productores Agrícolas del Estado de Sinaloa S.C.

Contacto

Oscar Pita Díaz

opitadiaz_19@hotmail.com

David Ortega-Gaucin

dortega@tlaloc.imta.mx

