



# Los registros meteorológicos dan cuenta del Cambio Climático

Ing. Agr. Gonzalo Scarpin; Téc. Angel Gonzalez - INTA EEA Reconquista

*En Reconquista se observó un incremento lineal de temperaturas anuales y mensuales desde 1970 hasta el 2021. Esto significa un aumento de 0,0249 °C por año que provocó que la temperatura media en 2021 sea 1,27 °C superior que en 1970. Asimismo, se constató que existe una mayor variación de las precipitaciones mensuales registradas comparado a las décadas anteriores.*

El cambio climático, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), es definido como la variación del estado del clima identificable mediante la modificación del valor medio o en la variabilidad de sus componentes, siendo estos cambios persistentes durante largos períodos de tiempo. Este cambio puede deberse a procesos internos naturales a forzamientos externos como las modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos (causados por el hombre). Este organismo fue creado en 1988 para facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta. Desde el inicio de su labor en 1988,

el IPCC ha preparado cinco informes de evaluación que constan de varios volúmenes donde se cubre la información relevante para entender la base científica del riesgo del cambio climático inducido por el hombre, sus potenciales impactos y las opciones para la adaptación y mitigación. El sexto informe de evaluación se completará en el año 2022, no obstante, en agosto de 2021 se publicaron resultados de algunos grupos de trabajo donde se destaca que:

☀ Los científicos están observando cambios en el clima de la Tierra en todas las regiones y en el sistema climático en su conjunto. Muchos de los cambios observados en el clima no tienen precedentes en cientos de miles de años, provocando algunos de los cam-

bios que ya se están produciendo, como el aumento continuo del nivel del mar.

☀ A menos que las emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan de manera inmediata, rápida y a gran escala, limitar el calentamiento a cerca de  $1,5^{\circ}\text{C}$  o incluso a  $2^{\circ}\text{C}$  será un objetivo inalcanzable.

☀ Como consecuencia del cambio climático, diferentes regiones experimentan cambios, que se intensificarán si aumenta el calentamiento; en particular, cambios en las precipitaciones, sequías, vientos, nieve y hielo, las zonas costeras y los océanos.

En la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Reconquista se ubica y mantiene una estación meteorológica convencional donde se toman diariamente datos de precipitaciones desde enero de 1960 y de temperatura de aire y suelo, porcentaje de humedad atmosférica, niveles de radiación solar, velocidad y dirección del viento, niveles de evapotranspiración, entre otros, desde enero de 1970. El observatorio agrometeorológico se está integrando desde entonces a la red de observatorios que el INTA tiene a lo largo y ancho del país y cuyos datos son remitidos al Instituto de Clima y Agua del INTA (Castelar, Bs As). El objeto de este informe es analizar y presentar los datos recabados en el INTA Reconquista y contrastar si los cambios que se están observando en distintas regiones del mundo concuerdan con los datos locales en términos de temperatura y precipitación.

### Temperatura

#### 📌 Media anual

La temperatura media anual promedio en el INTA Reconquista con los datos desde el 1/1/1970 hasta el 31/12/2021 es de  $20,1^{\circ}\text{C}$ . Por su parte, la temperatura máxima media anual registra un promedio para el mismo período de  $25,8^{\circ}\text{C}$  y, la temperatura mínima media anual presenta un promedio de  $14,6^{\circ}\text{C}$ . Cabe recalcar que estas dos últimas variables se realizan tomando los promedios de las temperaturas máximas y mínimas mensuales, respectivamente.

La temperatura media anual promedio en el INTA Re-

conquista con los datos desde el 1/1/1970 hasta el 31/12/2021 es de  $20,1^{\circ}\text{C}$ . Por su parte, la temperatura máxima media anual registra un promedio para el mismo período de  $25,8^{\circ}\text{C}$  y, la temperatura mínima media anual presenta un promedio de  $14,6^{\circ}\text{C}$ . Cabe recalcar que estas dos últimas variables se realizan tomando los promedios de las temperaturas máximas y mínimas mensuales, respectivamente.

Por otra parte, si bien estos datos son importantes porque nos indican los valores actuales de temperatura en la región, el objeto del presente informe es observar la tendencia de los últimos años. En el Gráfico 1 se pueden observar las tres temperaturas mencionadas anteriormente según el año donde fueron registradas; del mismo modo, se observan tendencias lineales constantes de incremento de temperatura desde 1970 hasta la actualidad. En estas tendencias se realizaron ajustes de relaciones lineales que permitieron obtener regresiones significativas para las pendientes de las tres variables. Esto quiere decir que en el INTA Reconquista desde 1970 hasta la actualidad se registró un aumento constante tanto de la temperatura media como de las temperaturas máxima y mínima media anual. Este incremento resultó en un valor de  $0,0249^{\circ}\text{C}$  por año para la temperatura media, de  $0,0259^{\circ}\text{C}$  para la temperatura máxima media y de  $0,0136^{\circ}\text{C}$  por año para la temperatura mínima media.

Estos valores nos indican que desde 1970 hasta 2021, las temperaturas media, máxima media y mínima media anuales registraron incrementos de  $1,27^{\circ}\text{C}$ ,  $1,32^{\circ}\text{C}$  y  $0,69^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. El incremento más importante se registró en las temperaturas máximas medias siendo estas últimas las que traccionan fundamentalmente el aumento sostenido de la temperatura media. Estos valores indican que, suponiendo que la recta siga la misma tendencia y no se registren cambios en las pendientes de las curvas por algún otro motivo, en el año 2050 la temperatura media anual en Reconquista será de  $21,4^{\circ}\text{C}$  y para el año 2100 de  $22,7^{\circ}\text{C}$ . En este sentido, cabe aclarar que estos datos son solo especulaciones debido a que este informe no tiene el alcance ni la metodología acorde a realizar pronósticos de lo que pueda pasar con el clima en la región.

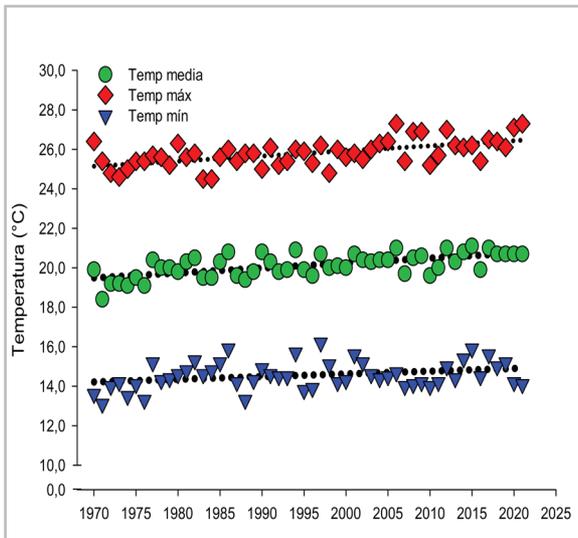


Gráfico 1. Temperatura anual media (círculos verdes), máxima media (rombos rojos) y mínima media (triángulos azules) para cada uno de los años en el periodo 1970-2021 con datos de INTA Reconquista. Las líneas punteadas indican las regresiones lineales significativas.

Media mensual

La marcha de la temperatura media durante cada uno de los meses del año se puede observar en el Gráfico 2. Los valores de temperatura media mensuales promedios para la serie de años 1970-2021 en INTA Reconquista son:

Enero: 26,2 °C	Julio: 13,9 °C
Febrero: 25,2 °C	Agosto: 15,5 °C
Marzo: 23,6 °C	Septiembre: 17,5 °C
Abril: 20,3 °C	Octubre: 20,5 °C
Mayo: 17,0 °C	Noviembre: 22,5 °C
Junio: 14,4 °C	Diciembre: 24,9 °C

Enero y julio son los meses que mayor y menor temperatura presentan, registrando una amplitud

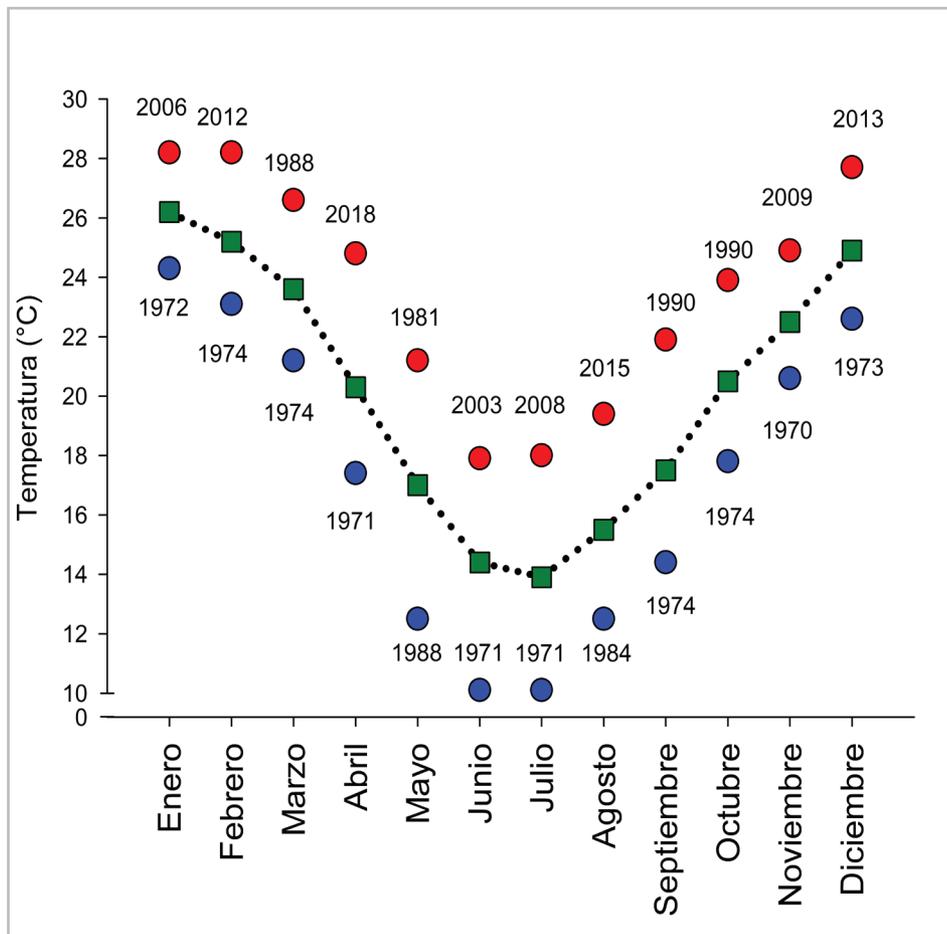


Gráfico 2. Marcha de la temperatura media mensual (■) y valores máximos (●) y mínimos (●) de la serie histórica analizada (1970-2021) recabados con su respectivo año de registro para el INTA Reconquista.

térmica entre los mismos de 12,3 °C. Además, en el Gráfico 2 se presentan tanto las temperaturas como los años en los cuales se registraron las temperaturas medias máximas y mínimas para cada uno de los meses. En este sentido es útil remarcar que todas de las temperaturas mínimas de la serie histórica se registraron en las décadas del 70 y 80 y que, por otro lado, las temperaturas máximas en cada uno de los meses, se registraron a partir del año 2000, con excepción de 4 meses.

Con el objeto de analizar si existe una tendencia de aumento en los promedios mensuales de temperatura, tal

como se puede observar en la tendencia de la temperatura anual, se presenta en el Gráfico 3 la comparación de los registros promedios de temperatura media para la primera década de registro (1970-1979) y los últimos diez años de registro (2012-2021). En la misma se puede observar que, en general, se registraron aumentos de entre 0,1 a 2,2 °C en cada uno de los meses analizados. El mayor aumento entre los promedios de los períodos se lo observó para el mes de agosto y el menor aumento se lo observó en el mes de julio, siendo el promedio de todos los aumentos de 1,2 °C, valor similar al incremento registrado entre el inicio de la serie y la actualidad.

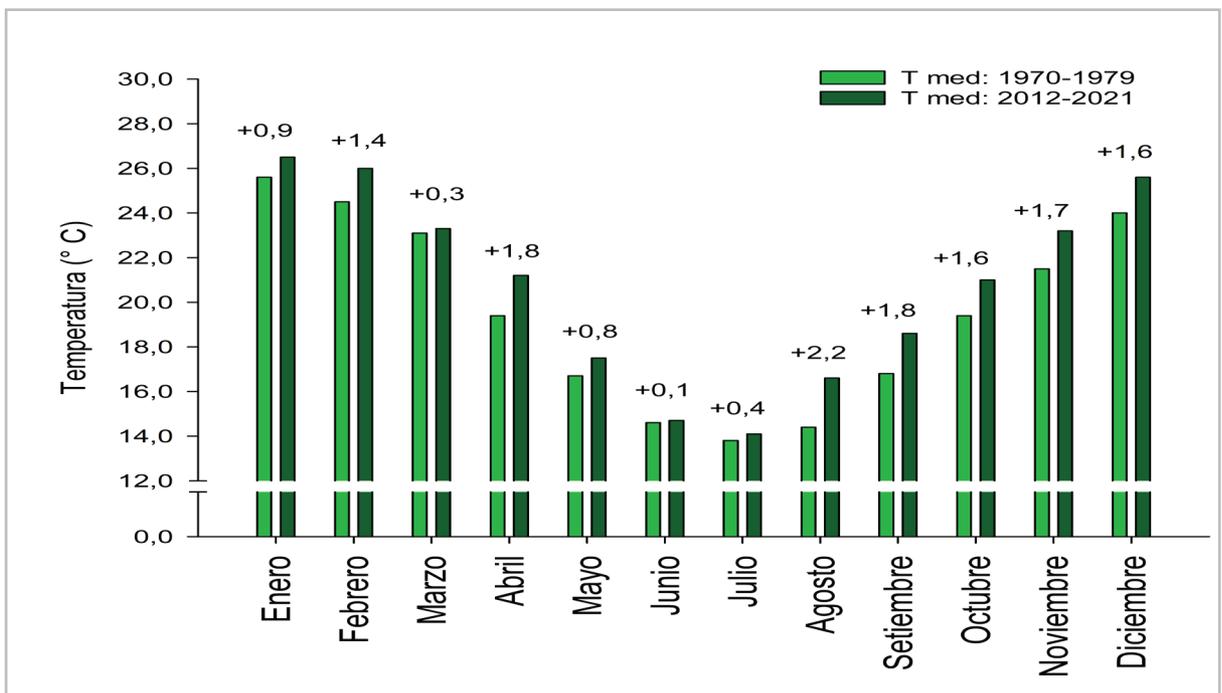


Gráfico 3. Temperatura media mensual para el período 1970-1979 (■) y para el período 2012-2021 (■) en INTA Reconquista para cada uno de los meses.

### Precipitaciones

El clima en la región se clasifica como de transición, subtropical subhúmedo-subhúmedo seco, con una distribución de las precipitaciones que concentra el 70% desde octubre a marzo. En este sentido y con un promedio de 61 años de datos la precipitación media anual en el INTA Reconquista arroja un promedio de 1.261,4 mm por año. La distribución de las precipitaciones en cada uno de los meses se puede observar en el Gráfi-

co 4, siendo los valores promedios de cada uno de los meses de:

Enero: 148,5 mm	Julio: 31,9 mm
Febrero: 151,2 mm	Agosto: 32,0 mm
Marzo: 157,0 mm	Septiembre: 56,1 mm
Abril: 148,5 mm	Octubre: 127,2 mm
Mayo: 64,3 mm	Noviembre: 147,9 mm
Junio: 42,8 mm	Diciembre: 153,8 mm

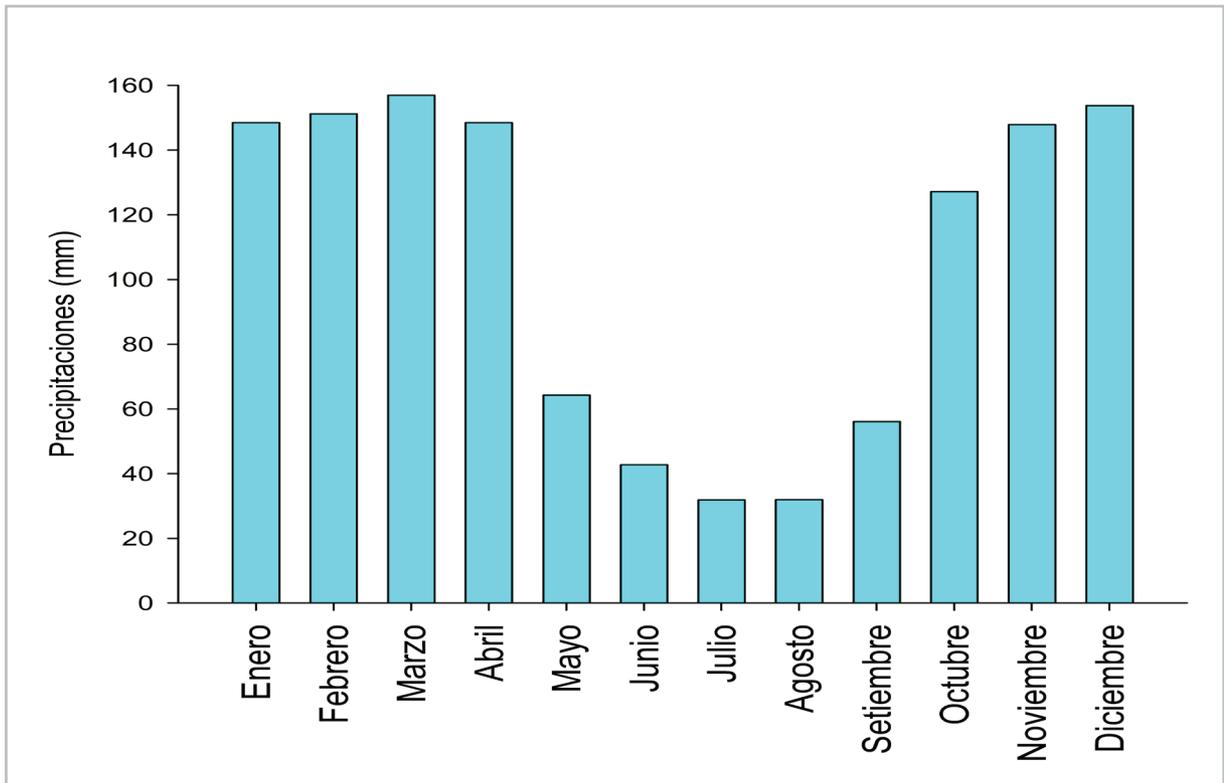


Gráfico 4. Barras indican el promedio mensual de precipitaciones (mm) en el INTA Reconquista para la serie histórica 1960-2021.

A diferencia de la marcha de la temperatura, la variable precipitaciones tiene un mayor componente de variación. Esta variación no sólo es espacial (en pocos metros puede cambiar la cantidad de precipitaciones registradas) sino también periódica (mucho diferencia de precipitaciones entre el mismo mes en diferentes años). Para comprobar la variación interanual en la variable que se está describiendo, se graficó en la Gráfico 5 la diferencia entre el año que mayor y menor precipitación registró en milímetros para cada uno de los meses. En este sentido, se puede observar que en algunos años, en casi todos los meses las precipitaciones fueron despreciables y, por otro lado, en los mismos meses, se registraron precipitaciones 2, 3 o 4 veces mayores al promedio histórico de cada mes.

La situación descrita en la Figura 5 representa el comportamiento normal de la variable precipitación que tiene un mayor nivel de variabilidad y también es afectada por procesos como ENSO o niña/niño. No obstante, con el objeto de analizar si esa variación fue cambiando a lo largo de la historia en los registros de precipitaciones, se realizaron las diferencias entre los promedios

mensuales y los promedios de cada una de las décadas en las que se tiene registro. Estos resultados se representan en la Figura 6 donde se puede observar que las diferencias entre las medias de cada una de las décadas (desde la década del '60 hasta la década del '10) y la media mensual para toda la serie histórica (1960-2010) se fueron incrementando década a década mostrando un significativo incremento en la variación absoluta especialmente en el último período. Esto indicaría que la variación con respecto a los promedios históricos mensuales se fue incrementando a lo largo del tiempo en el INTA Reconquista, lo que sugiere que en la actualidad existe una mayor probabilidad de registrar meses alejados de la media histórica de registro durante el transcurso del año.

Para finalizar, desde INTA Reconquista recomendamos a la población en general que es necesario comenzar a tomar medidas para evitar que estos valores sigan aumentando. Estas medidas, por más pequeñas que sean, pueden ser útiles para comenzar a revertir los datos que se vienen observando tanto en el mundo como en la región.

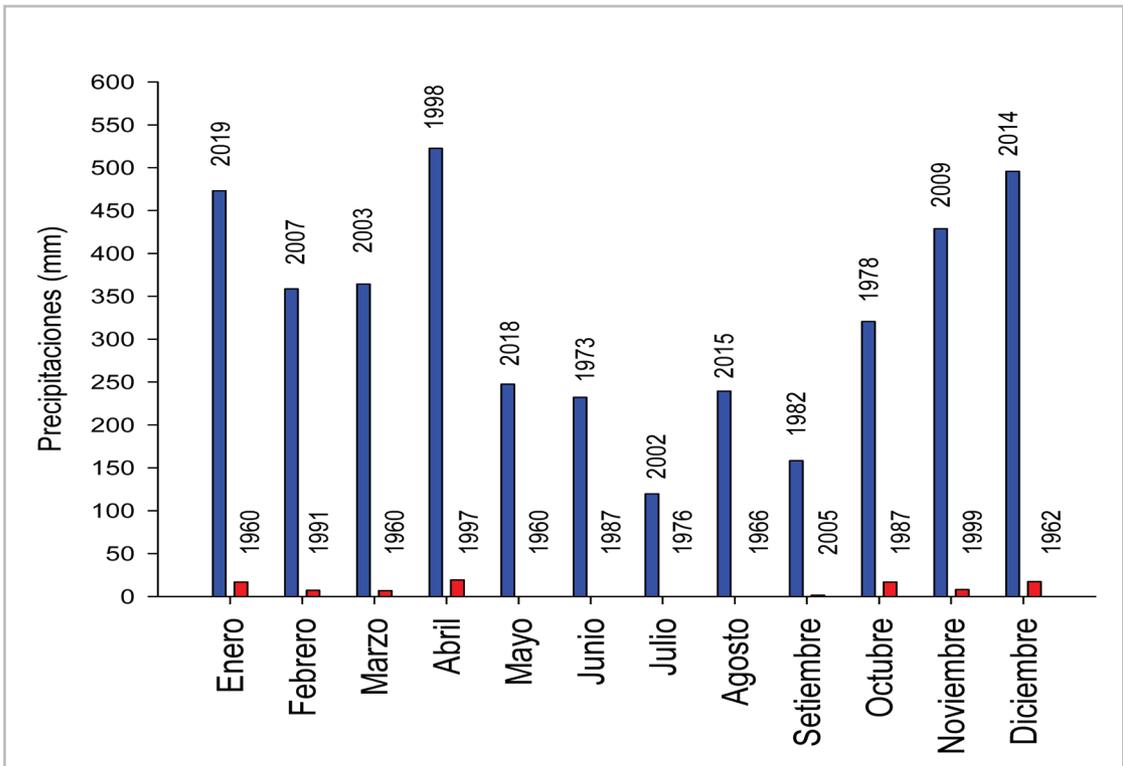


Gráfico 5. Precipitaciones máximas (barras azules) y mínimas (barras rojas) registradas mensualmente y año en la cual fue registrada la misma en la serie histórica 1960-2021 en INTA Reconquista.

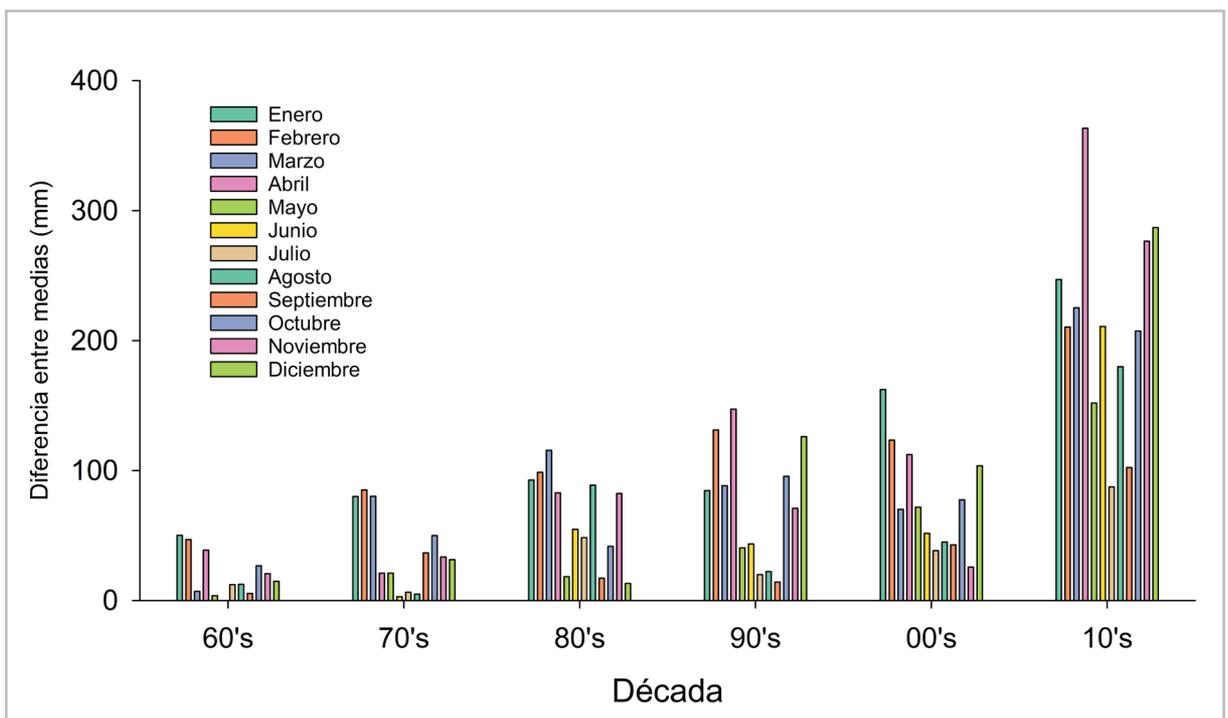


Gráfico 6. Diferencias absolutas entre las precipitaciones promedio mensuales de la serie histórica (1960-2021) y las precipitaciones promedio mensuales de cada década para todos los meses (según leyenda).