

Modelado de temperaturas extremas en Uruguay

IESTA - INUMET

I. Alvarez-Castro J. Cugliari N. da Silva S. De Mello Agustín Estramil Manuel Hernández M. Renom

FCIA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y DE ADMINISTRACIÓN

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY

Introducción

El estudio de eventos extremos ha tomado una gran relevancia en los últimos años debido principalmente al gran impacto que presentan en la sociedad y la economía de los países, así como en los ecosistemas. Dentro de la región del Sudeste de Sudamérica los principales eventos climáticos extremos que han sido analizados son los relacionados con la temperatura (olas de calor y de frío, heladas, días cálidos, etc) y a la precipitación (sequías, precipitaciones intensas, etc). Muchos de estos estudios son relativamente actuales, debido principalmente a que es necesario contar con series temporales lo suficientemente largas y fundamentalmente completas, a un paso temporal de por lo menos un día y de alta calidad.

Bajo el escenario de cambio climático, es necesario comprender cómo los eventos extremos cambian en frecuencia y/o intensidad, identificando cómo se han comportado en las últimas 3 o 4 décadas. Identificar este tipo de eventos ayudará a comprender su dinámica para luego realizar previsiones a un plazo menor asociado a la variabilidad climática y hasta incluso estudiar el comportamiento a escala sinóptica o de días. Uruguay cuenta con registros suficientemente largos en ciertos puntos del país, pero se han detectado muchos períodos sin información, tanto para temperaturas extremas diarias como para la variable precipitación (Renom, 2009; Amiel, 2012)

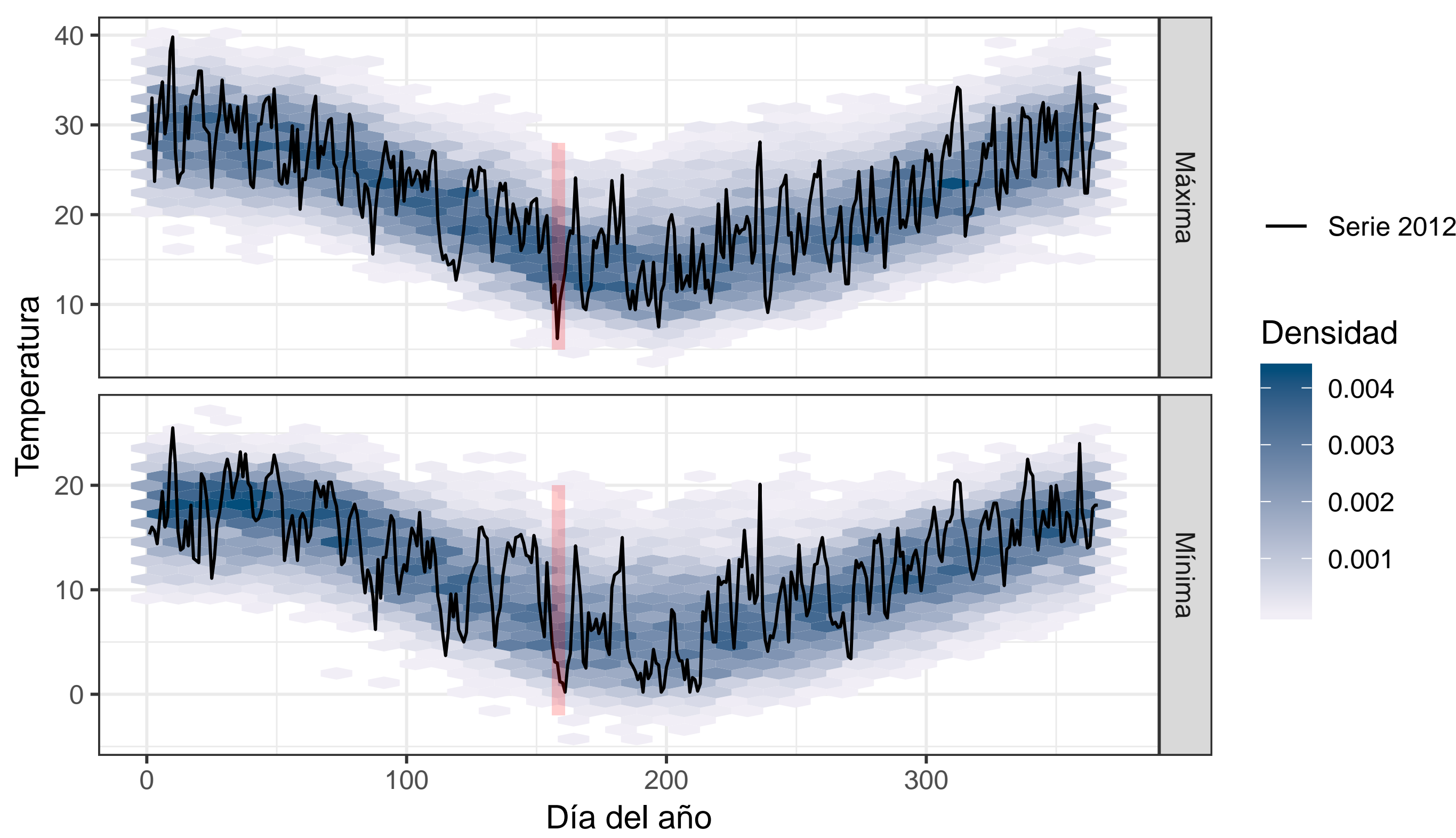


Figura 1: Gráfico de la distribución de temperatura diaria. La línea negra la serie de mínima y máxima de 2012 para la estación meteorológica Estanzuela

Objetivos y Etapas

Modelización estadística de las series diarias de temperatura máxima y mínima en varias estaciones meteorológicas en Uruguay.

En base a esos modelos caracterizar eventos de olas de frío y calor.

- Imputación de datos faltantes
- Visualización de series diarias
- Definición y caracterización de olas de extremos
- Métodos para comparar y evaluar series imputadas

Visualización de series diarias

Contamos con información de la temperatura máxima y mínima diaria en 11 estaciones meteorológicas para el período 1950 a 2014. Definimos $\{Y_t^n\}$ y $\{Y_t^x\}$ la serie diaria de temperaturas mínima y máxima respectivamente.

Definimos una **ola de frío** como un período de tiempo mayor o igual a 3 días, en los cuales las temperaturas mínimas y máximas son inferiores a los respectivos percentiles 10 esperados para tales días. Esto es, una sucesión de días t_1, \dots, t_k constituyen una ola de frío de largo k si, siendo $k \geq 3$, se cumple simultáneamente que:

$$\begin{cases} y_{t_i}^n < p_{10_i}^n \\ y_{t_i}^x < p_{10_i}^x \end{cases} \text{ para } i = 1, \dots, k$$

La figura 1 muestra la distribución de temperatura para cada día del año, sobre la cual están graficados los valores que tomó en el año 2012. El gráfico tiene tres capas básicas: en primer lugar calculamos un histograma bidimensional en que los intervalos son hexágonos en el plano de día y temperatura, (la intensidad del color representa la frecuencia). Sobre el histograma se dibuja las series de temperatura observada para cada día en 2012 y finalmente se divide en dos paneles con la serie de mínima (superior) y máxima (inferior) por separado.

En el período de días del 5 al 9 de junio de 2012 (señalado en rojo en la Figura 1) la temperatura observada se acerca a la cola inferior de la distribución para ese día. Eso indica que ese período fue bastante más frío de lo esperado, podemos considerar que durante esos días estuvimos ante la presencia de una *ola de frío*.

Imputación de datos faltantes

- y_{ti}^n : temperatura mínima el día t en locación i
- y_{ti}^x : temperatura máxima el día t en locación i

Modelos aditivos basados en GEV

$$G(y_{ti}^x) = \exp \left\{ - \left[1 + \xi \left(\frac{y_{ti}^x - \mu_{it}}{\sigma_i} \right) \right]_+^{-1/\xi} \right\}$$

$$\mu_{it} = s(t) + s(mei) + cl_i$$

- un parámetro de escala por estación, σ_i
- un parámetro de forma, ξ
- imputamos con la locación: $\hat{y}_{ti}^x = \hat{\mu}_{it}$

Modelo dinámico lineal

La estructura general de un DLM se muestra en (1) y (1) donde F_t G_t son dos matrices conocidas de orden $p \times p$ y $m \times p$ respectivamente que caracterizan al modelo, las perturbaciones v_t y w_t son secuencias de vectores gaussianos independientes, mientras que V_t, W_t serán los parámetros que caractericen el modelo. Adicionalmente, se agrega una previa Normal para el momento inicial, es decir $\theta_0 \sim N(m_0, C_0)$.

$$\begin{aligned} Y_t &= F_t \theta_t + v_t & v_t &\sim \mathcal{N}(0, V_t) \\ \theta_t &= G_t \theta_{t-1} + w_t & w_t &\sim \mathcal{N}(0, W_t) \end{aligned} \quad (1)$$

La ecuación de evolución responde a la dinámica del proceso estocástico: define cómo se vincula el estado del proceso en tiempo t con su estado en tiempo $t + 1$. Por otro lado, la ecuación de observación, explicita cómo es observado el proceso en tiempo t dado el estado en el que se encuentra a tiempo t . En ambas ecuaciones, se puede introducir una componente aleatorio.

Resultados preliminares

La estación meteorológica de Paysandú muestra un bloque de valores faltantes de 40 días corridos en 1962 (desde el 1 de Abril al 10 de Mayo), a continuación se muestra el resultado de la serie imputada en Paysandú y los valores ajustados para el caso de Estanzuela que no tiene valores perdidos en ese tiempo.

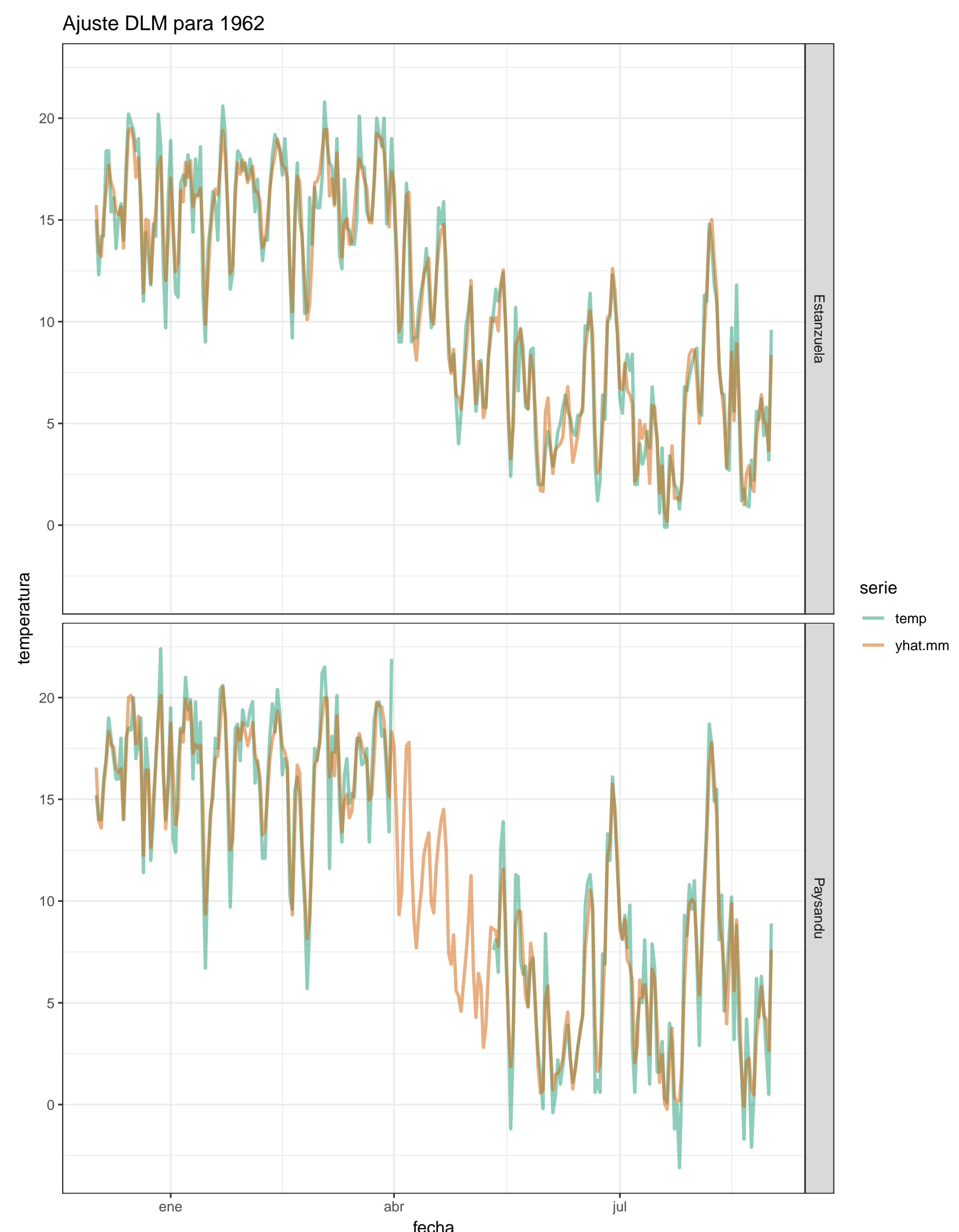


Figura 2: Ajuste de DLM para Paysandú y Estanzuela en 1962

Pasos futuros

- Validar métodos de imputación
- Caracterizar olas de temperaturas extremas
- Visualización interactiva de las olas
- Construcción de paquetes con datos imputados

Reconocimientos

El proyecto es financiado por ANII a través del Fondo Sectorial de Datos, *FSDA_1.2017_1.144032*.