

Análisis de la variabilidad de la temperatura en Coyhaique

AUTOR/A
Matias Cardenas, Ramón Valenzuela, Gisell Coliboro,
Diego Rodríguez, Francisco Marió, Luis Cárdenas

1 Elección de la problemática

Coyhaique, capital de la Región de Aysén, presenta un clima caracterizado por sus cambios bruscos de temperatura tanto dentro de un mismo día como a lo largo del año. Esta variabilidad térmica puede influir en múltiples actividades, como la planificación agrícola, el funcionamiento de servicios públicos, y la vida cotidiana de la población.

El objetivo de este proyecto es analizar la variabilidad de la temperatura del aire (media, desviación estándar, mínima y máxima) y de la humedad relativa (media, desviación estándar mínima y máxima) en Coyhaique, utilizando un conjunto de datos agroclimáticos.

Preguntas a investigar:

- ¿Cuál es la probabilidad de que se supere cierto umbral de temperatura o humedad en un día cualquiera?
- ¿Cómo se distribuye diariamente la temperatura del aire y la humedad relativa en Coyhaique?
- ¿Cómo varía la temperatura y la humedad relativa desde el día 1 hasta el término del período observado?

2 Elección de la base de datos

2.1 a) Contextualización de la problemática

Para el desarrollo de este proyecto, se seleccionó una base de datos proveniente del portal oficial [Agrimeteorología.cl](#), específicamente desde la estación ubicada en el sector de El Claro, una zona rural alejada a Coyhaique. Esta estación fue escogida por su cercanía geográfica y por representar de manera fidedigna las condiciones climáticas locales que afectan directamente a la población y las actividades productivas de la ciudad.

La base contiene registros diarios de temperatura del aire (media, mínima y máxima) y humedad relativa (media, mínima y máxima), abarcando el período comprendido entre el 1 de enero de 2024 y el 5 de mayo de 2025. Estos datos permiten abordar la problemática de la variabilidad térmica y de humedad en Coyhaique desde una base empírica concreta.

2.2 b) Propuesta de un método de análisis a la problemática

Para abordar la problemática de la variabilidad climática diaria en Coyhaique, se propone aplicar un método de **análisis exploratorio de datos con R**, utilizando herramientas estadísticas para describir el comportamiento de la temperatura y la humedad relativa.

Este análisis incluirá:

- El cálculo de medidas descriptivas (media, mediana, desviación estándar)
- Visualización de distribuciones univariadas (histogramas, curvas de densidad)
- Evaluación de relaciones entre variables (gráficos de dispersión, correlación)
- Estimación de **probabilidades conjuntas y condicionales** para detectar eventos extremos (como días con alta temperatura y alta humedad)

3 Análisis exploratorio

3.1 Selección del conjunto de datos

El conjunto de datos utilizado proviene de la estación meteorológica ubicada en el sector El Claro, cercana a Coyhaique, y contiene observaciones diarias desde el 1 de enero de 2024 hasta el 5 de mayo de 2025. Las variables seleccionadas para el análisis son:

- Fecha:** Fecha de la observación.
- TemperaturaAire:** Temperatura promedio diaria del aire (°C).
- TempAireMin:** Temperatura mínima registrada en el día (°C).
- TempAireMax:** Temperatura máxima registrada en el día (°C).
- HumedadRelativa:** Humedad relativa promedio diaria (%).
- HumedadRelativaMin:** Humedad relativa mínima del día (%).
- HumedadRelativaMax:** Humedad relativa máxima del día (%).

3.2 Carga y exploración de los datos

Se verificó que los datos comprendieran el período definido y que las columnas estuvieran correctamente interpretadas como variables numéricas continuas.

Temperatura promedio diaria (TemperaturaAire):

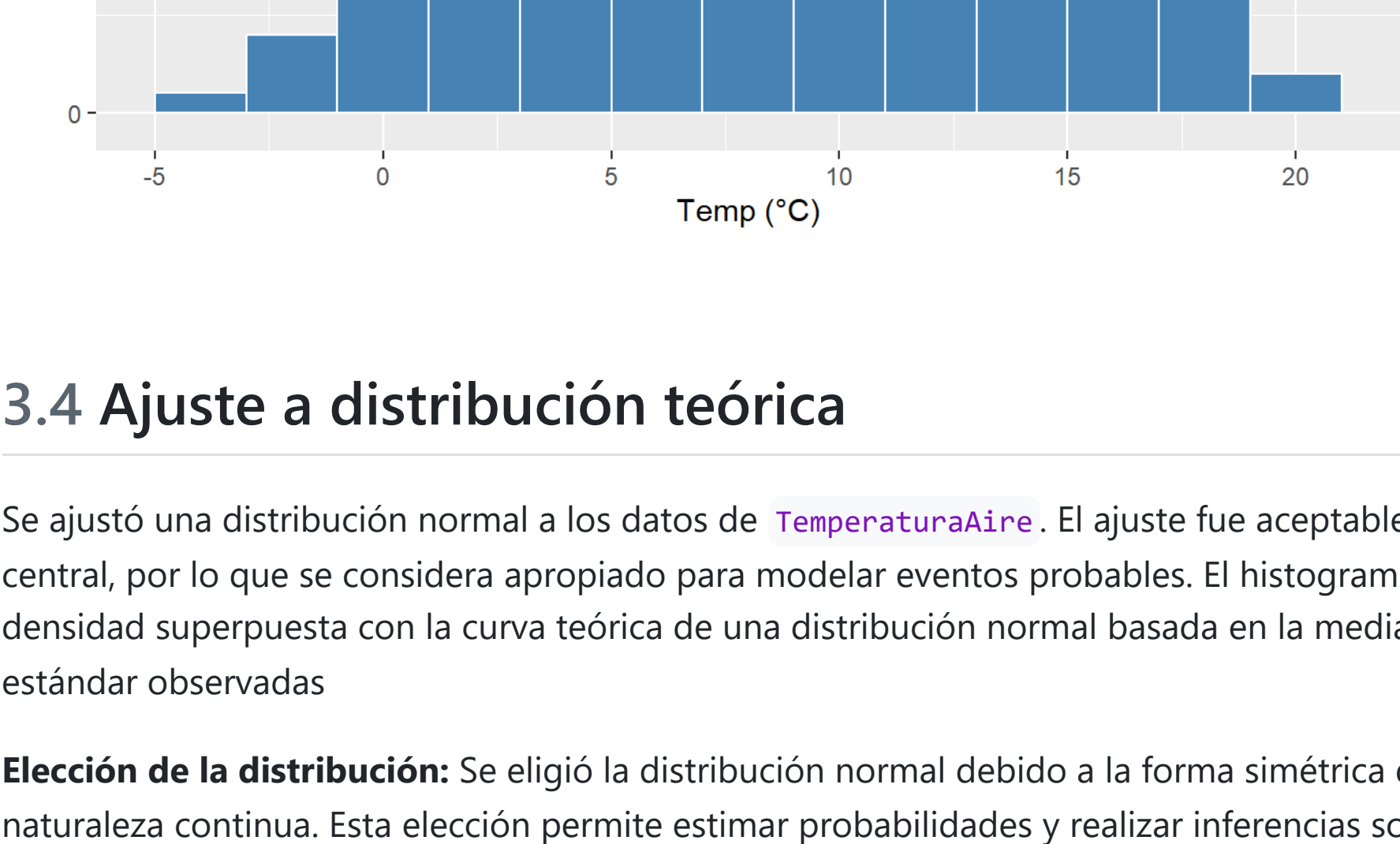
- Media $\approx 9.16^{\circ}\text{C}$
- Mediana ≈ 9.5
- Mínimo $\approx -4.9^{\circ}\text{C}$
- Máximo $\approx 20.6^{\circ}\text{C}$
- Desviación estándar $\approx 4.90^{\circ}\text{C}$

Humedad relativa promedio (HumedadRelativa):

- Media $\approx 68.6\%$
- Mediana ≈ 66.8
- Mínimo $\approx 38.4\%$
- Máximo $\approx 97.1\%$
- Desviación estándar $\approx 12.6\%$

3.3 Distribución de la temperatura

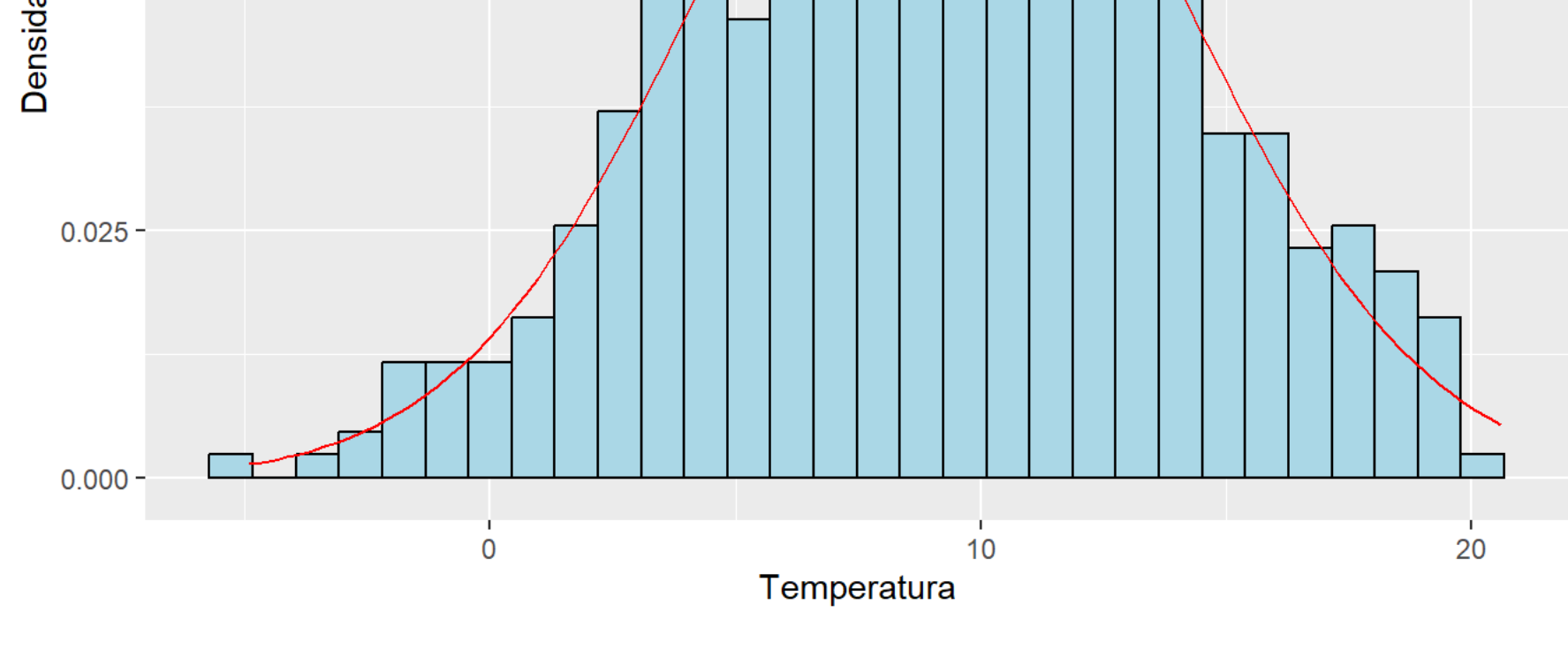
Se observó una concentración de valores entre 5°C y 15°C , con un ligero sesgo hacia la derecha. Existen casos atípicos por debajo de los 0°C , consistentes con un clima de alta variabilidad.



3.4 Ajuste a distribución teórica

Se ajustó una distribución normal a los datos de **TemperaturaAire**. El ajuste fue aceptable en el rango central, por lo que se considera apropiado para modelar eventos probables. El histograma muestra la densidad superpuesta con la curva teórica de una distribución normal basada en la media y desviación estándar observadas.

Elección de la distribución: Se eligió la distribución normal debido a la forma simétrica de la variable y su naturaleza continua. Esta elección permite estimar probabilidades y realizar inferencias sobre eventos extremos con base estadística.

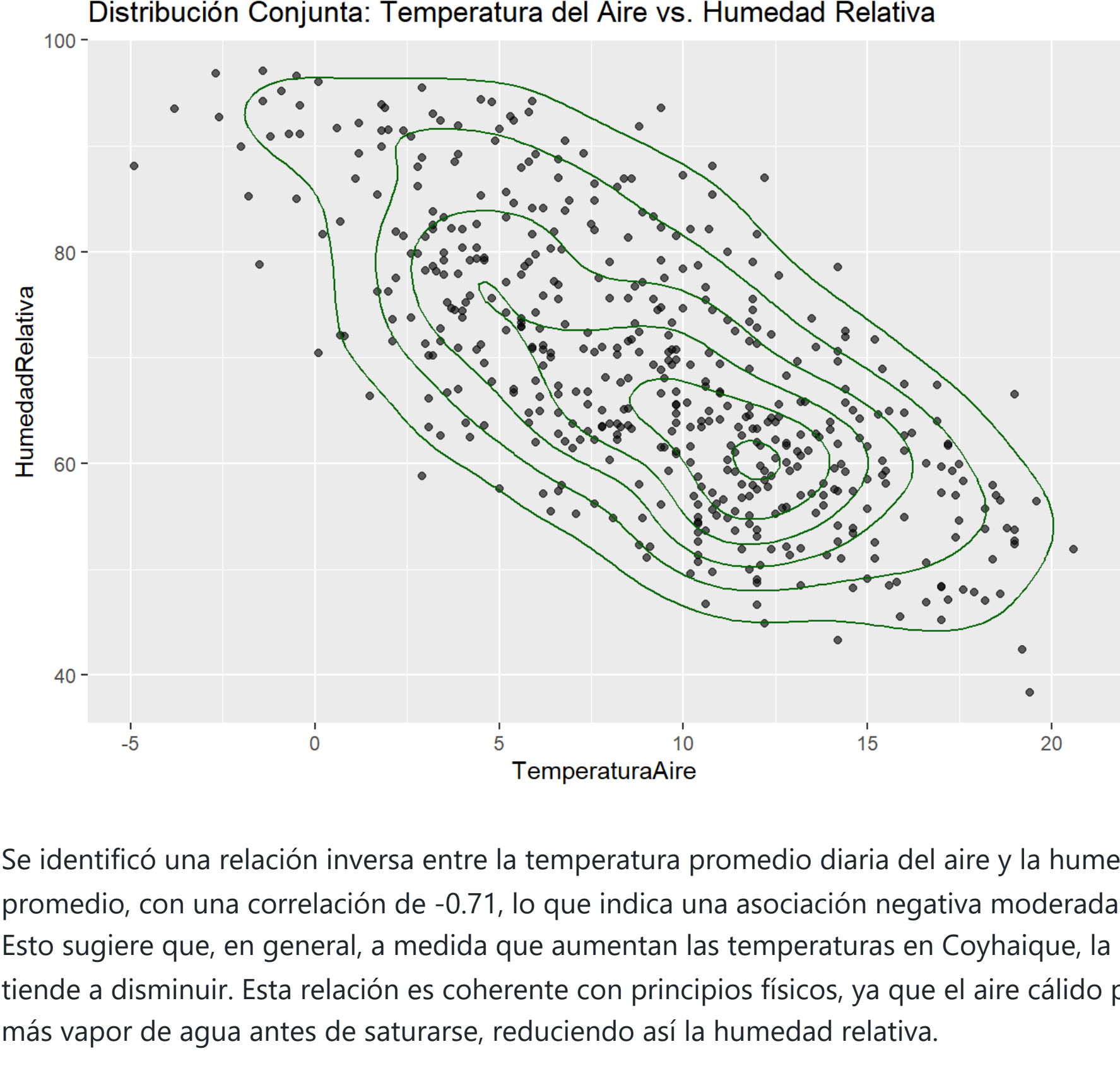


3.5 Relación entre temperatura y humedad relativa

Se calculó la covarianza y la correlación entre **TemperaturaAire** y **HumedadRelativa**, con los siguientes resultados:

Covarianza: -43.65

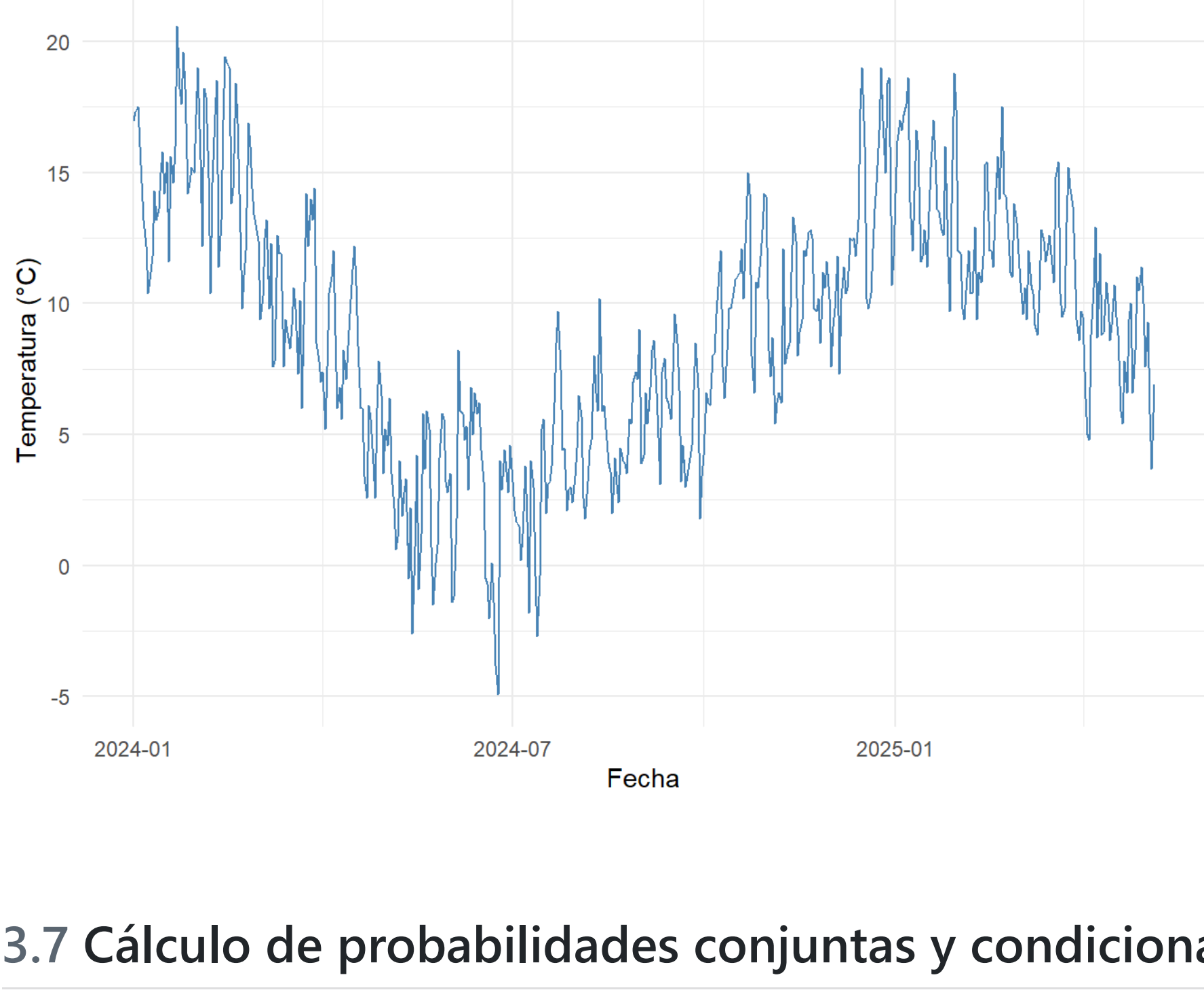
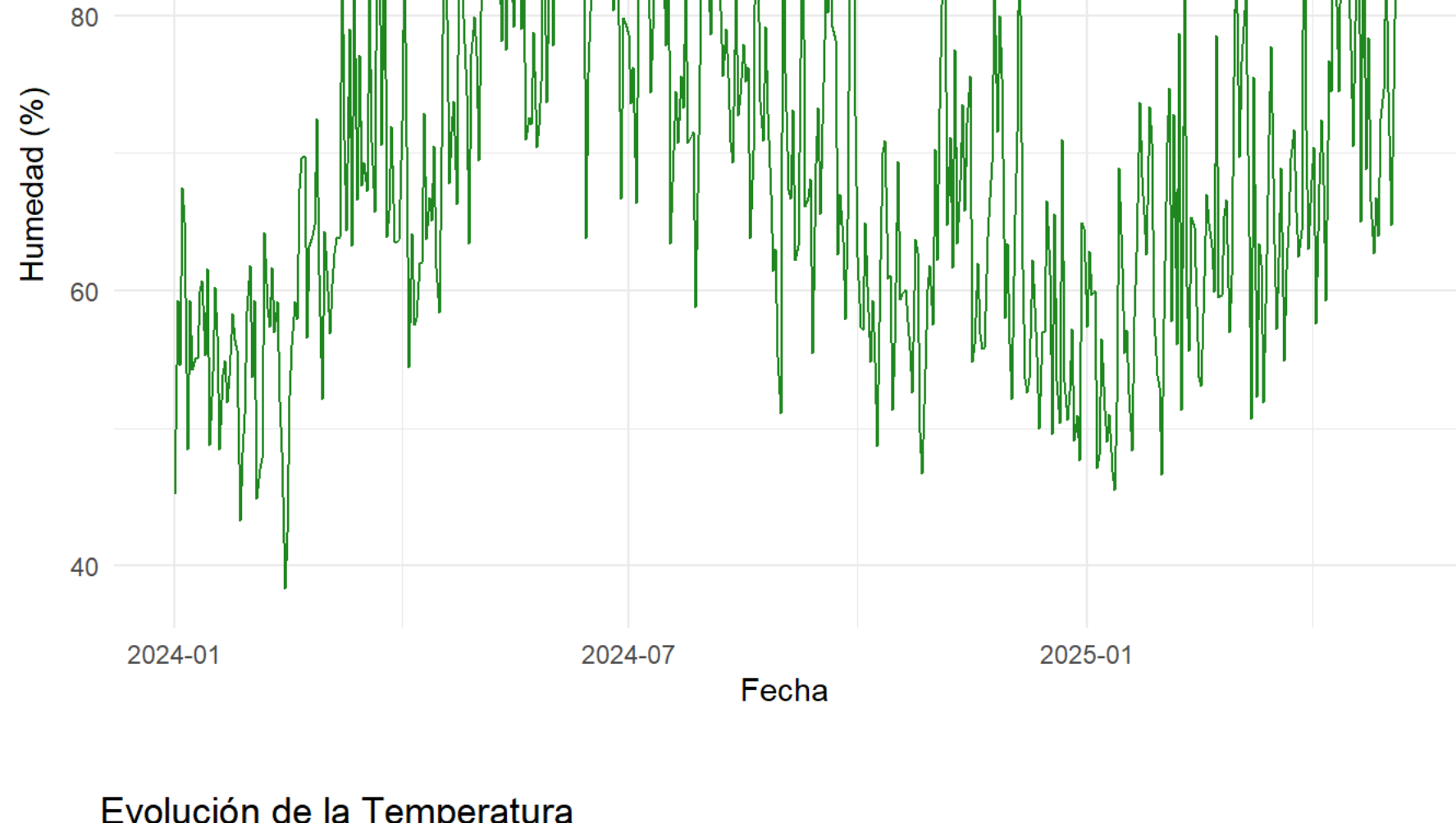
Correlación: -0.71



Se identificó una relación inversa entre la temperatura promedio diaria del aire y la humedad relativa promedio, con una correlación de -0.71 , lo que indica una asociación negativa moderadamente fuerte. Esto sugiere que, en general, a medida que aumentan las temperaturas en Coyhaique, la humedad relativa tiende a disminuir. Esta relación es coherente con principios físicos, ya que el aire cálido puede contener más vapor de agua antes de saturarse, reduciendo así la humedad relativa.

3.6 Evolución temporal

Se graficó la variación diaria de **TemperaturaAire** y **HumedadRelativa** entre enero de 2024 y mayo de 2025, evidenciando patrones estacionales característicos del clima en Coyhaique. Se observa que la temperatura disminuye progresivamente al acercarse el invierno, mientras que la humedad relativa tiende a aumentar. Estas evoluciones reflejan cómo las condiciones climáticas se ajustan al ciclo anual, influyendo directamente en la sensación térmica y en el comportamiento atmosférico de la región.



3.7 Cálculo de probabilidades conjuntas y condicionales

$P(T > 15.5 \ \& \ H > 87.2) = 0$

$P(T > 15.5 \mid H > 87.2) = 0$

Se estimaron probabilidades utilizando umbrales definidos por el percentil 90:

- TemperaturaAire** $> 15.5^{\circ}\text{C}$
- HumedadRelativa** $> 87.2\%$

Resultados:

- Probabilidad conjunta:**

$$P(T > 15.5 \wedge H > 87.2) = \frac{0}{491} = 0$$

Esto se explica por la correlación negativa observada entre temperatura y humedad relativa (≈ -0.71). Cuando la temperatura aumenta, la humedad suele disminuir, y viceversa. Como resultado, no hubo días en que se presentaran simultáneamente ambos extremos.

- Probabilidad condicional:**

$$P(T > 15.5 \mid H > 87.2) = \frac{0}{49} = 0$$

Los datos demuestran que en el período observado no hubo eventos simultáneos de alta temperatura y alta humedad. Por tanto, la probabilidad de que ocurran conjuntamente es prácticamente nula bajo las condiciones climáticas de Coyhaique.

3.8 ¿Qué pasa si usamos la media como umbral?

$P(T > 9.16 \ \& \ H > 68.62) = 0.1181$

$P(T > 9.16 \mid H > 68.62) = 0.2544$

Los resultados obtenidos muestran lo siguiente:

- Probabilidad conjunta:**

$$P(T > 9.16 \wedge H > 68.62) = \frac{58}{491} \approx 0.1181$$

- Probabilidad condicional:**

$$P(T > 9.16 \mid H > 68.62) = \frac{58}{228} \approx 0.2544$$

Estos valores indican que si sólo existen días donde ambas variables superan simultáneamente los eventos, lo cual contrasta con el resultado nulo al usar el percentil 90. Esto superan entender no solo los eventos extremos, sino también **condiciones más habituales**, aportando una perspectiva más amplia del comportamiento climático en Coyhaique.

4 Conclusión General del Análisis

A lo largo del análisis, pudimos observar cómo la temperatura y la humedad relativa en Coyhaique siguen patrones bastante definidos a lo largo del año. La temperatura desciende hacia el invierno, mientras que la humedad tiende a subir en esas mismas fechas, lo que ya da cuenta de una relación inversa entre ambas variables.

Al revisar la distribución de la temperatura, notamos que su comportamiento se acerca bastante al de una distribución normal, lo que nos permitió usarla como base para modelar el fenómeno. También aplicamos herramientas para estimar probabilidades de eventos extremos, y descubrimos que no hubo días donde coincidieran valores muy altos de temperatura y humedad relativa. Esto confirma la correlación negativa entre ambas variables y nos entrega información valiosa sobre cómo se comporta el clima en esta zona.

Tabla de contenidos

- Elección de la problemática
- Elección de la base de datos
- Análisis exploratorio
- 3.1 Selección del conjunto de datos
- 3.2 Carga y exploración de los datos
- 3.3 Distribución de la temperatura
- 3.4 Ajuste a distribución teórica
- 3.5 Relación entre temperatura y humedad relativa
- 3.6 Evolución temporal
- 3.7 Cálculo de probabilidades conjuntas y condicionales
- 3.8 ¿Qué pasa si usamos la media como umbral?
- 4 Conclusión General del Análisis