



Jornadas virtuales de  
**Investigación  
Económica** 2022

BC BANCO  
CENTRAL DE  
COSTA RICA

# Series de tiempo funcionales y encuesta de expectativas

**Autor:**  
José Fabio Gómez Rodríguez

---

25 de noviembre, 2022

# Resumen de la Investigación

1. **Importancia:** Literatura reciente ha demostrado que la **diversidad** (heterogeneidad) **de las expectativas de inflación** es un aspecto clave que debe ser considerado a la hora de hacer **política monetaria**.
2. **Objetivo:** Plantear un modelo de las **expectativas de inflación de encuestas** que contemple la **diversidad de perspectivas** sobre el futuro nivel de precios al consumidor.
3. **Metodología:** Usar los datos de la **encuesta de expectativas del BCCR** para estimar **funciones de densidad** que representen la distribución de la diferentes expectativas observadas.

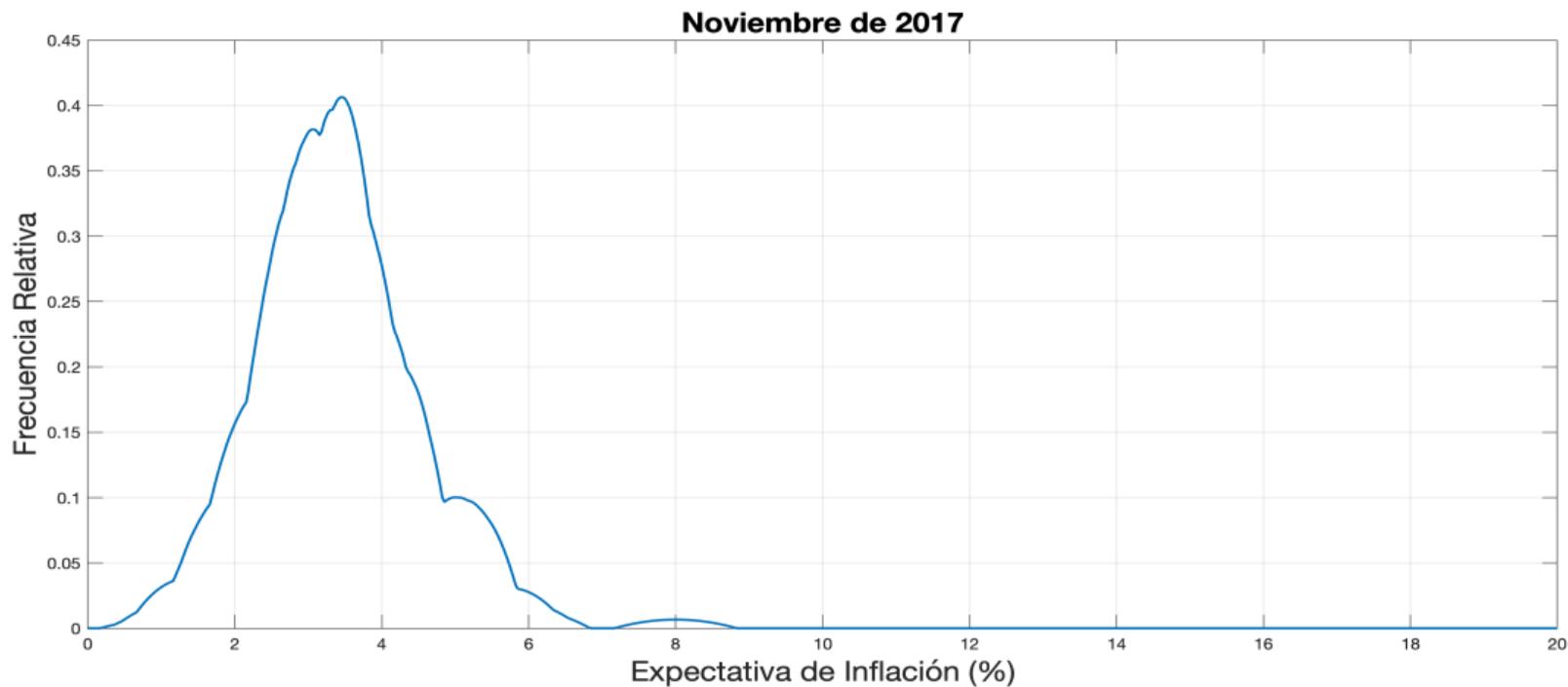
\*La información de la encuesta ha sido anonimizada antes de usar la respuestas individuales.

# Repaso de Estadística

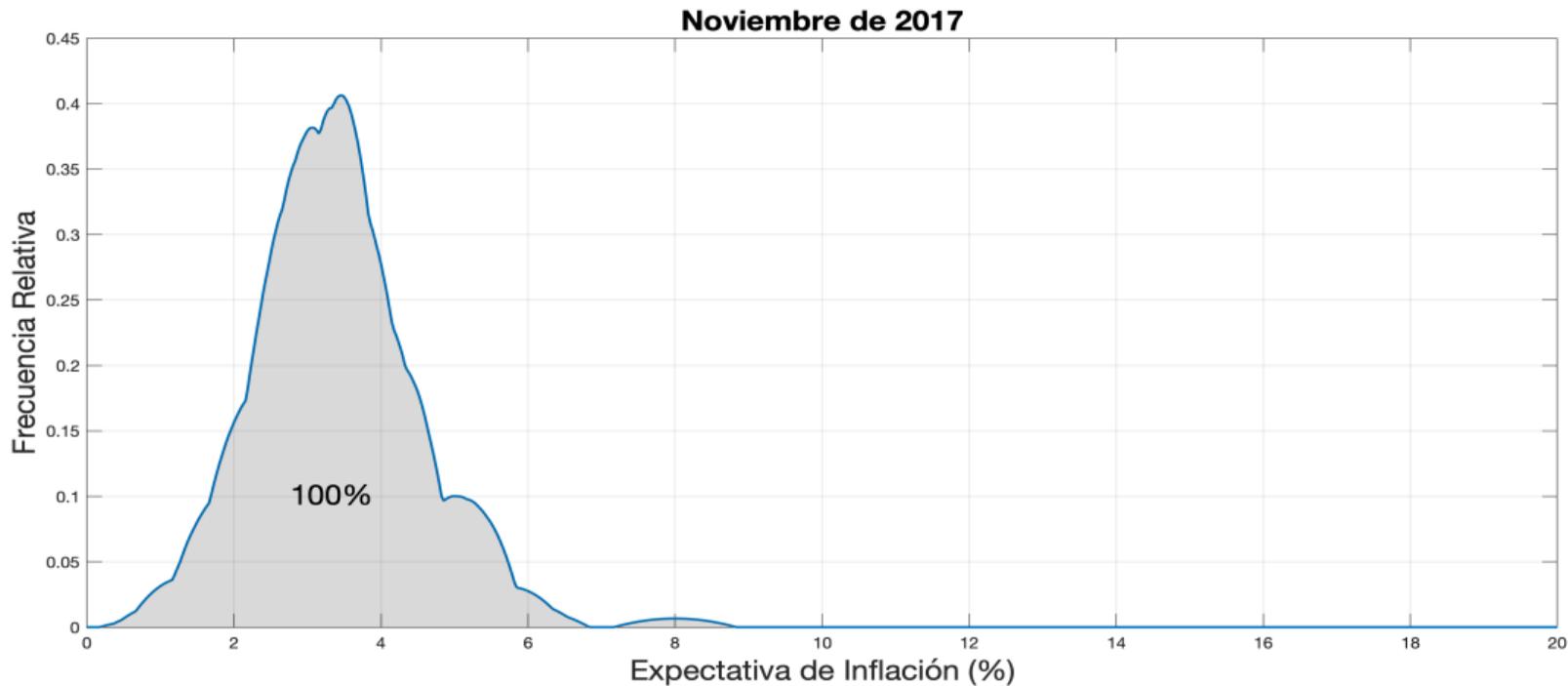
¿Qué es una función de densidad?

Es una función que nos permite  
**describir frecuencias de datos.**

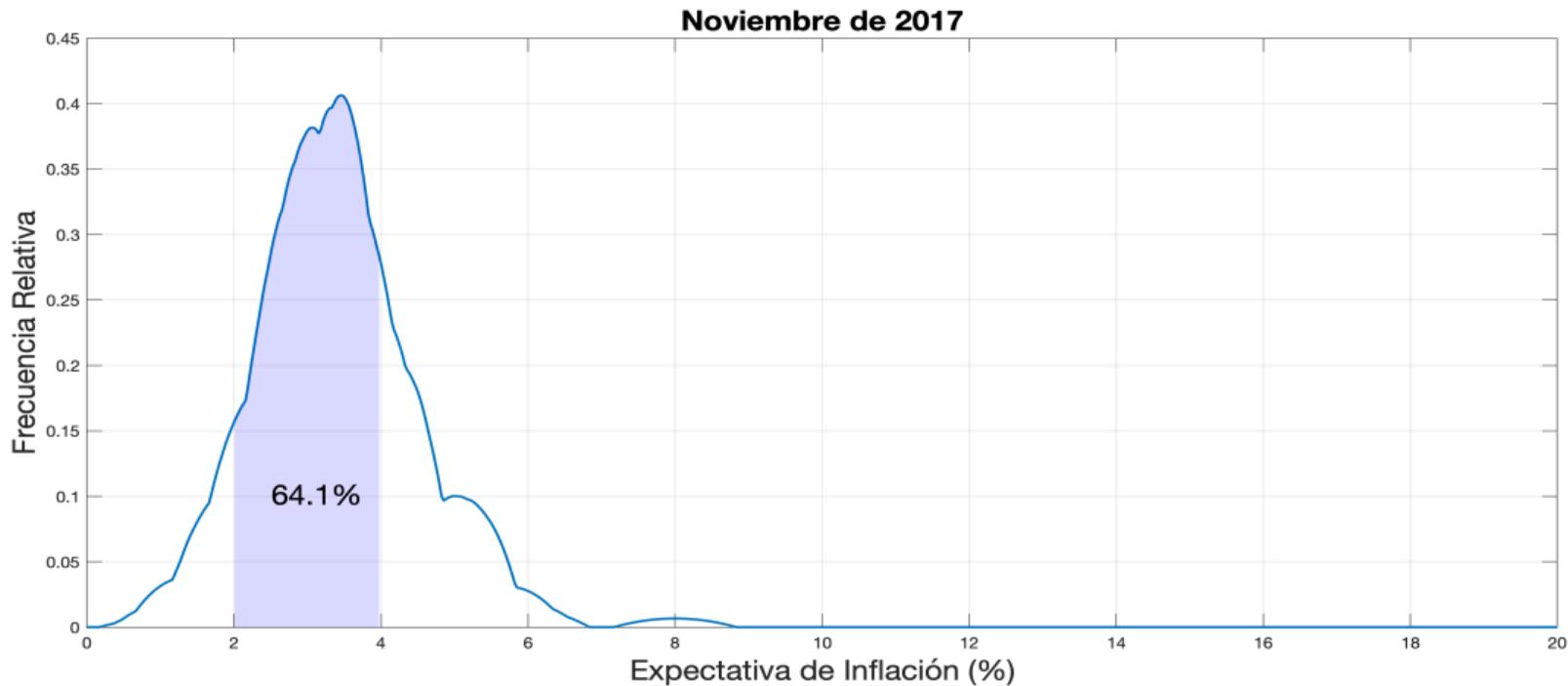
# ¿Qué es una función de densidad?



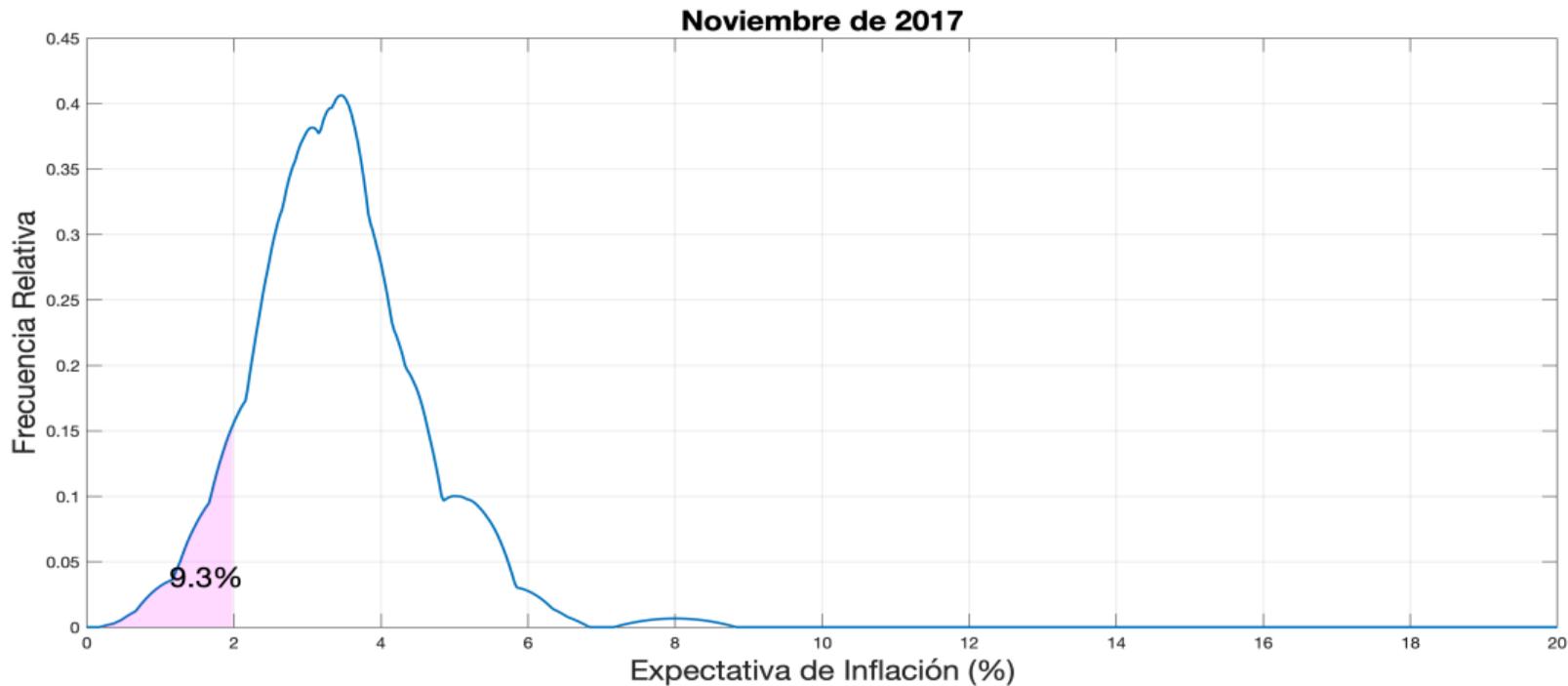
# ¿Qué es una función de densidad?



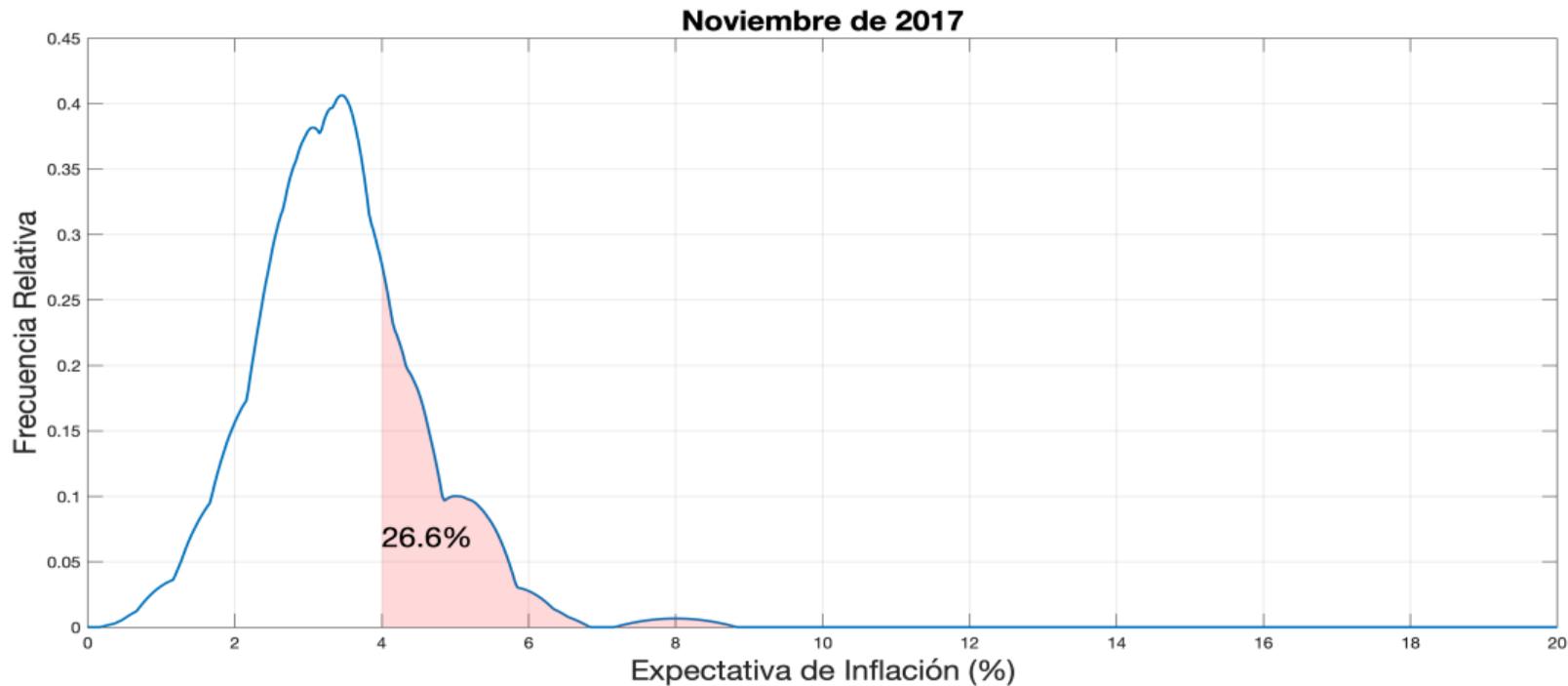
# ¿Qué es una función de densidad?

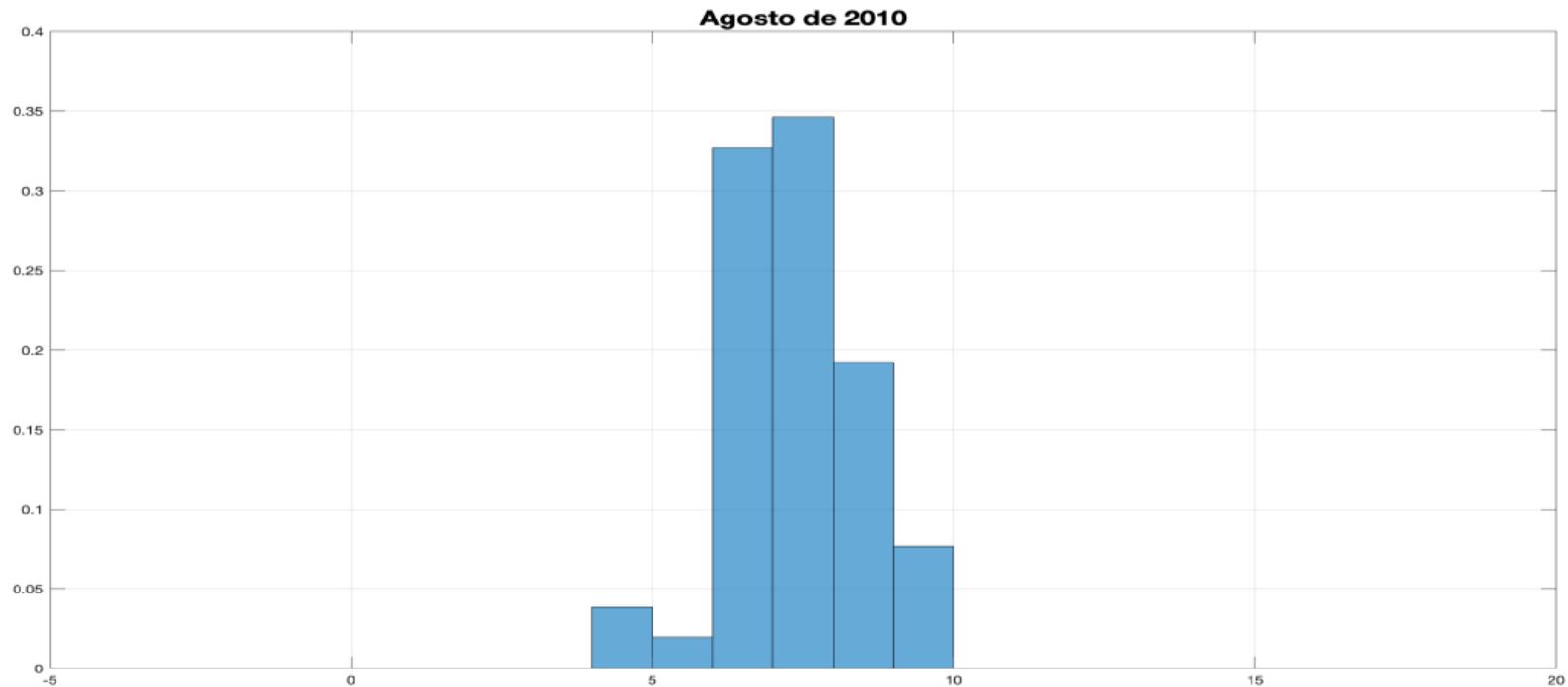


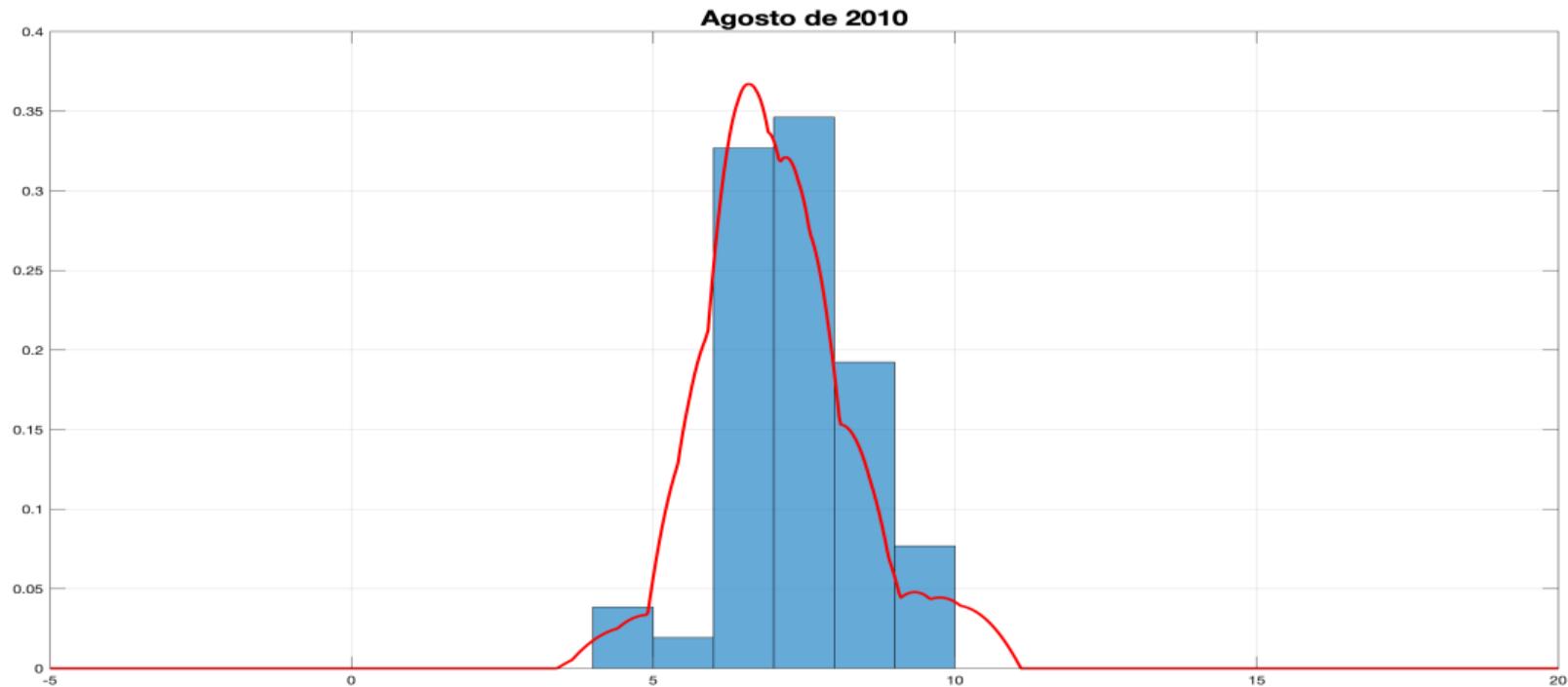
# ¿Qué es una función de densidad?



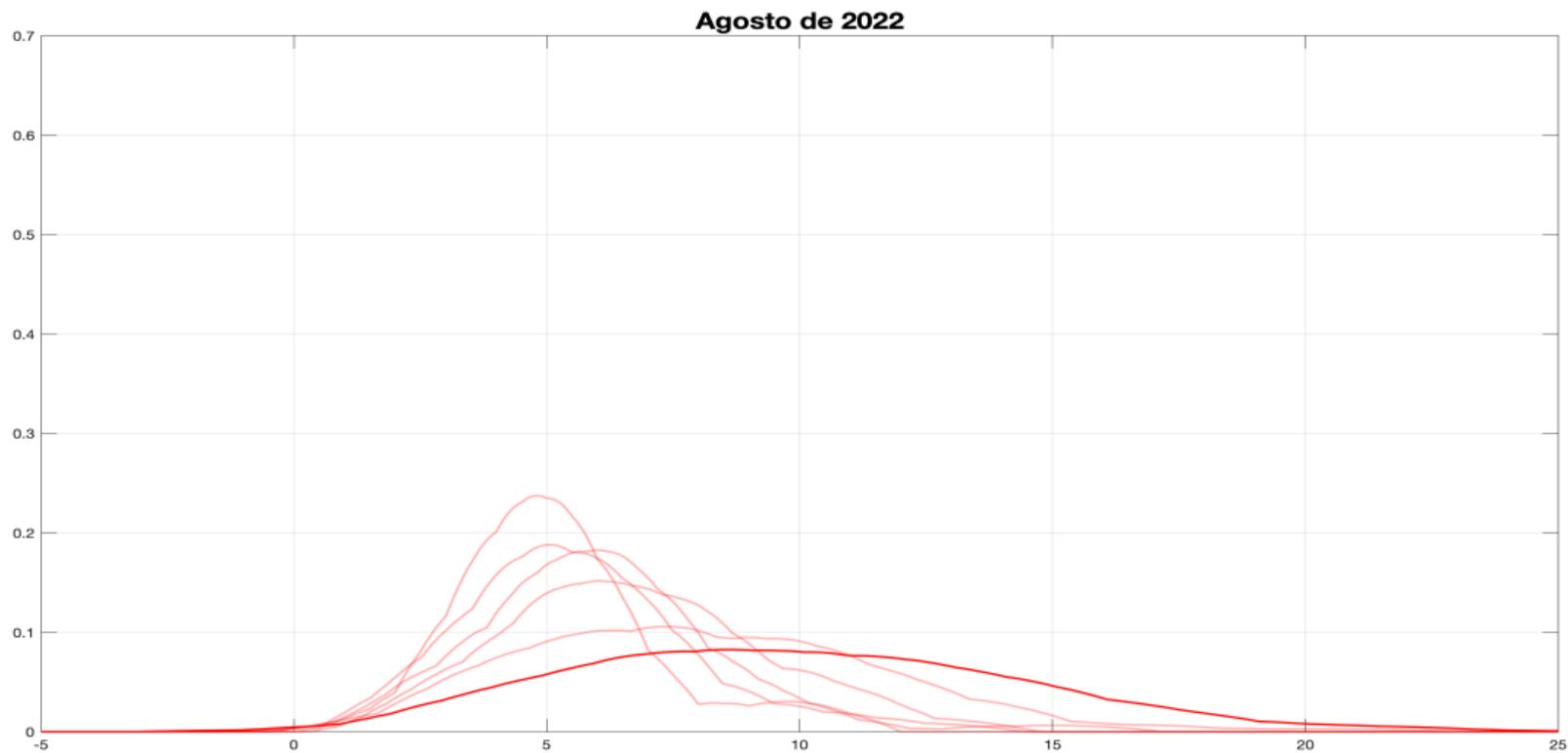
# ¿Qué es una función de densidad?





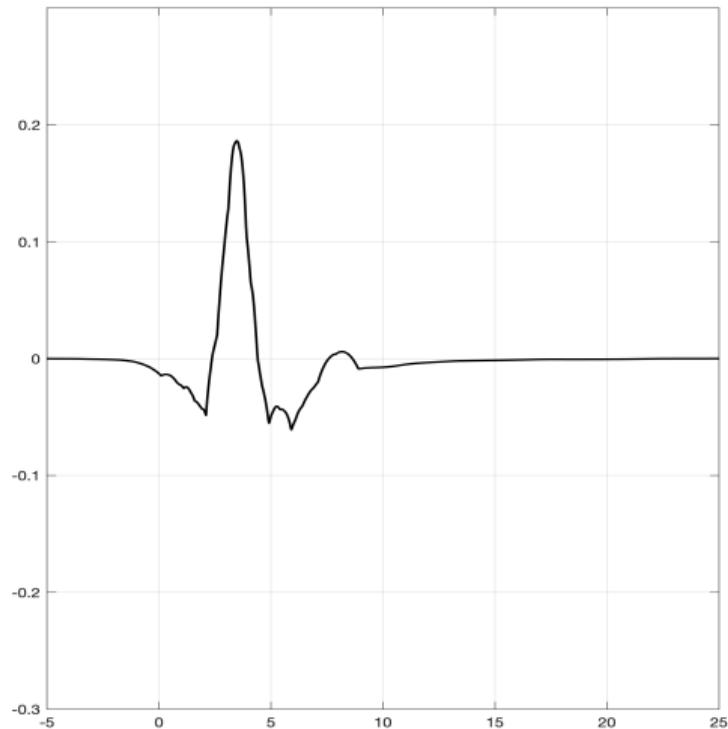
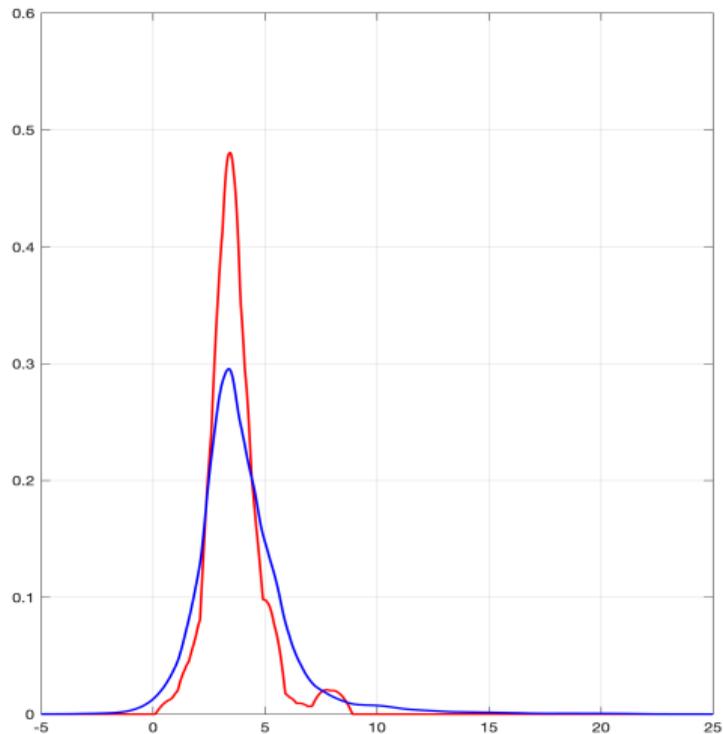


# Series de Tiempo Funcionales



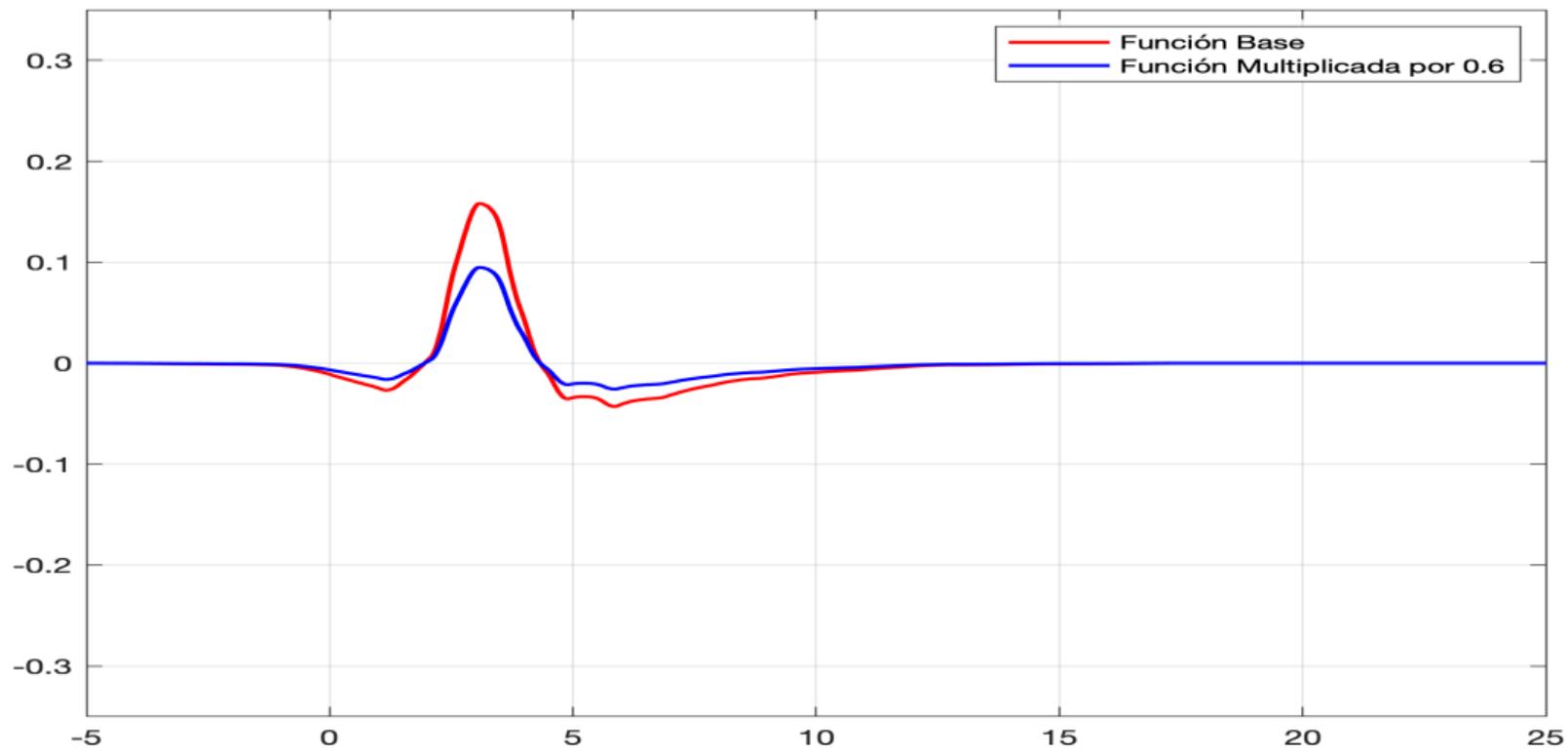
# Series de Tiempo Funcionales

Marzo de 2018



\*Densidad Promedio \*Densidad estimada del mes \*Desviación de la Densidad Promedio

# Operaciones con Funciones



# Componentes Principales Funcionales



# Componentes Principales Funcionales



# Componentes Principales Funcionales



# Series de Tiempo Funcionales

Bajo ciertas consideraciones técnicas matemáticas uno puede expresar toda función como una serie de sumas de funciones y pesos:

$$f_t = \alpha_{1t}v_1 + \alpha_{2t}v_2 + \alpha_{3t}v_3 + \alpha_{4t}v_4 + \dots$$

# Series de Tiempo Funcionales

Bajo ciertas consideraciones técnicas matemáticas uno puede expresar toda función como una serie de sumas de funciones y pesos:

$$f_t = \alpha_{1t}v_1 + \alpha_{2t}v_2 + \alpha_{3t}v_3 + \alpha_{4t}v_4 + \dots$$

$$f_t \rightsquigarrow (\alpha_{1t}, \alpha_{2t}, \alpha_{3t})$$

Gráfico 1: Componentes Principales Funcionales

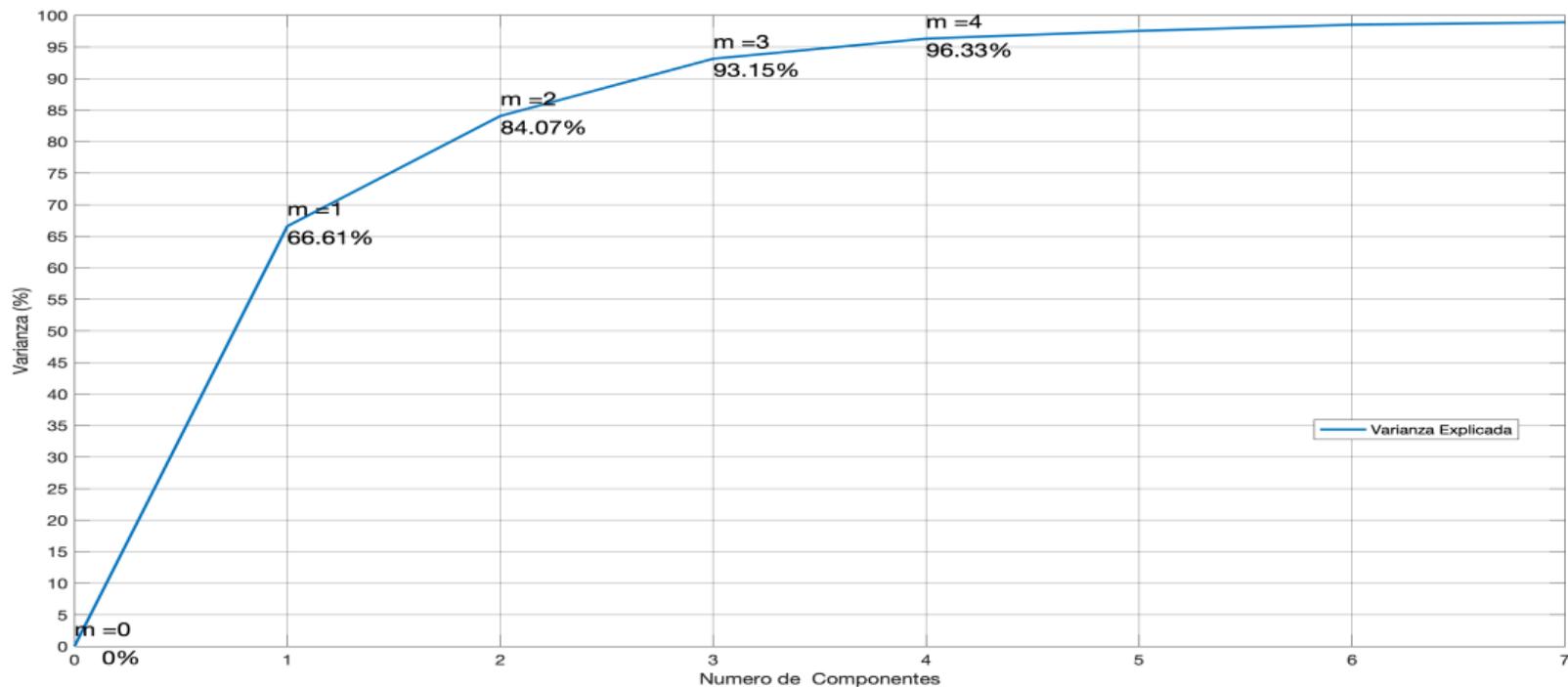
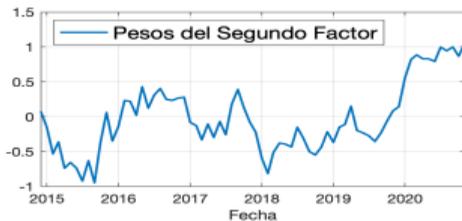
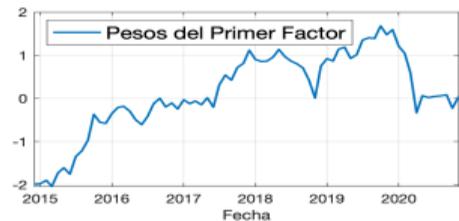
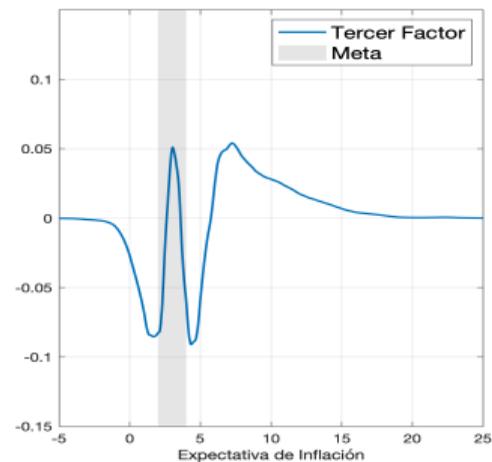
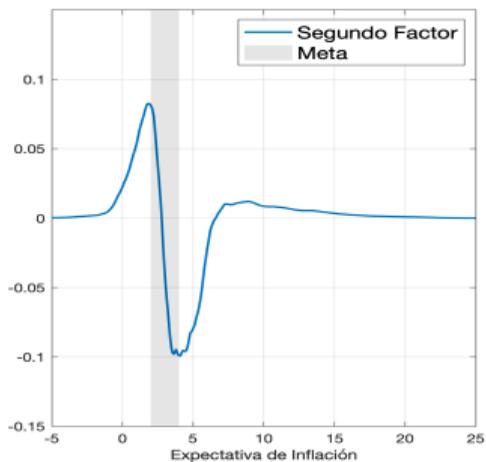
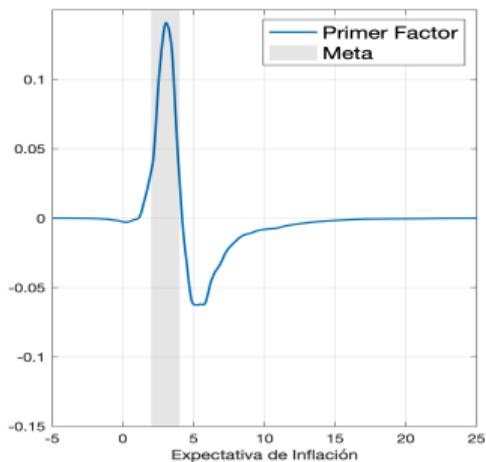


Gráfico 2: Componentes Principales Funcionales





# Aplicaciones del Modelo

---

# Aplicaciones del Modelo

1. Simular el periodo de Diciembre 2020 a Noviembre 2021

# Aplicaciones del Modelo

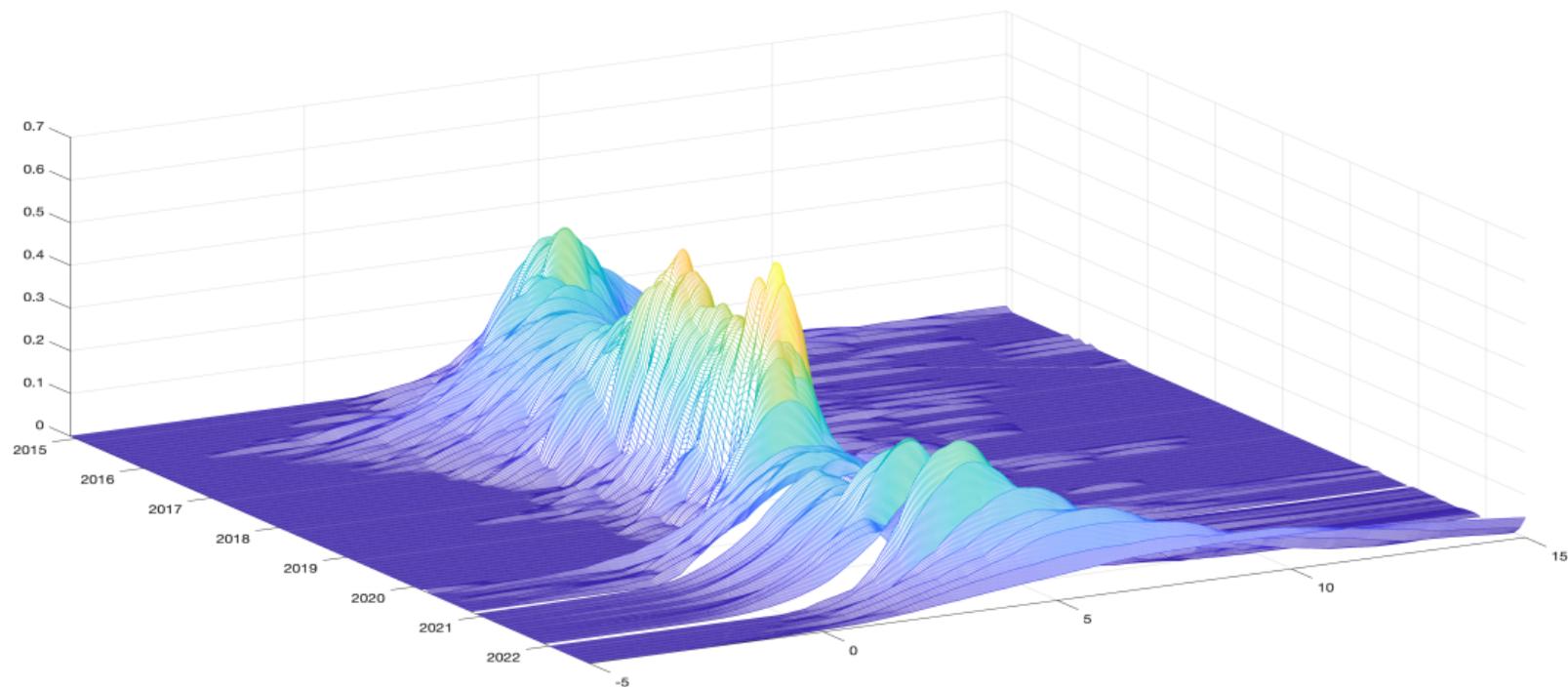
1. **Simular el periodo de Diciembre 2020 a Noviembre 2021**
2. **Predecir estadísticas clave (media, mediana, etc.) de la Encuesta de Expectativas del Mes en Curso**

## Simular el Periodo 2020/12 a 2021/12

La primera aplicación del modelo es completar la información de encuestas  $\mathcal{E}_t$  para el periodo de 2020/12 a 2021/12.

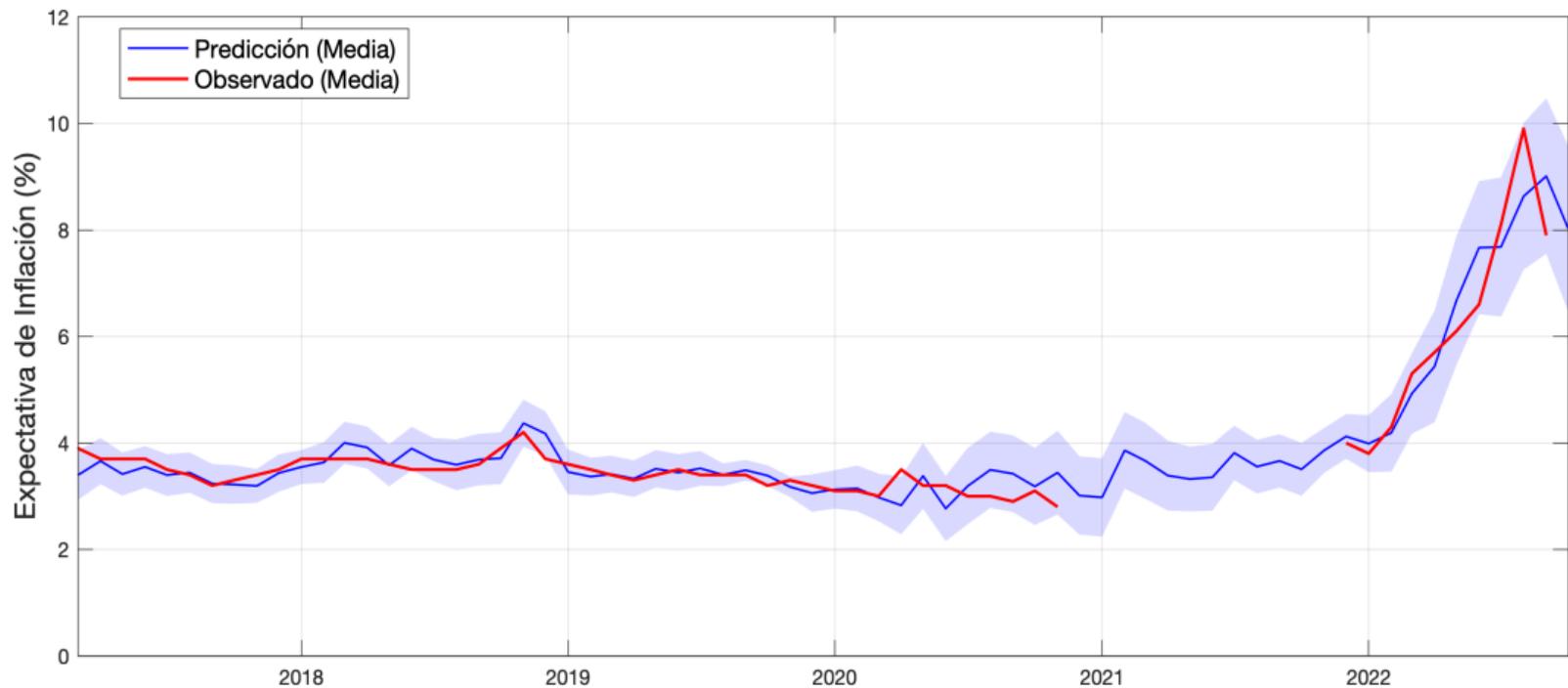
Para este ejercicio se usan regresiones lineales escogidas usando el modelo LASSO (least absolute shrinkage and selection operator). De esta forma se consideran un gran cantidad de variables y cada modelo se evalúa haciendo un validación cruzada.

## Simular el Periodo 2020/12 a 2021/12

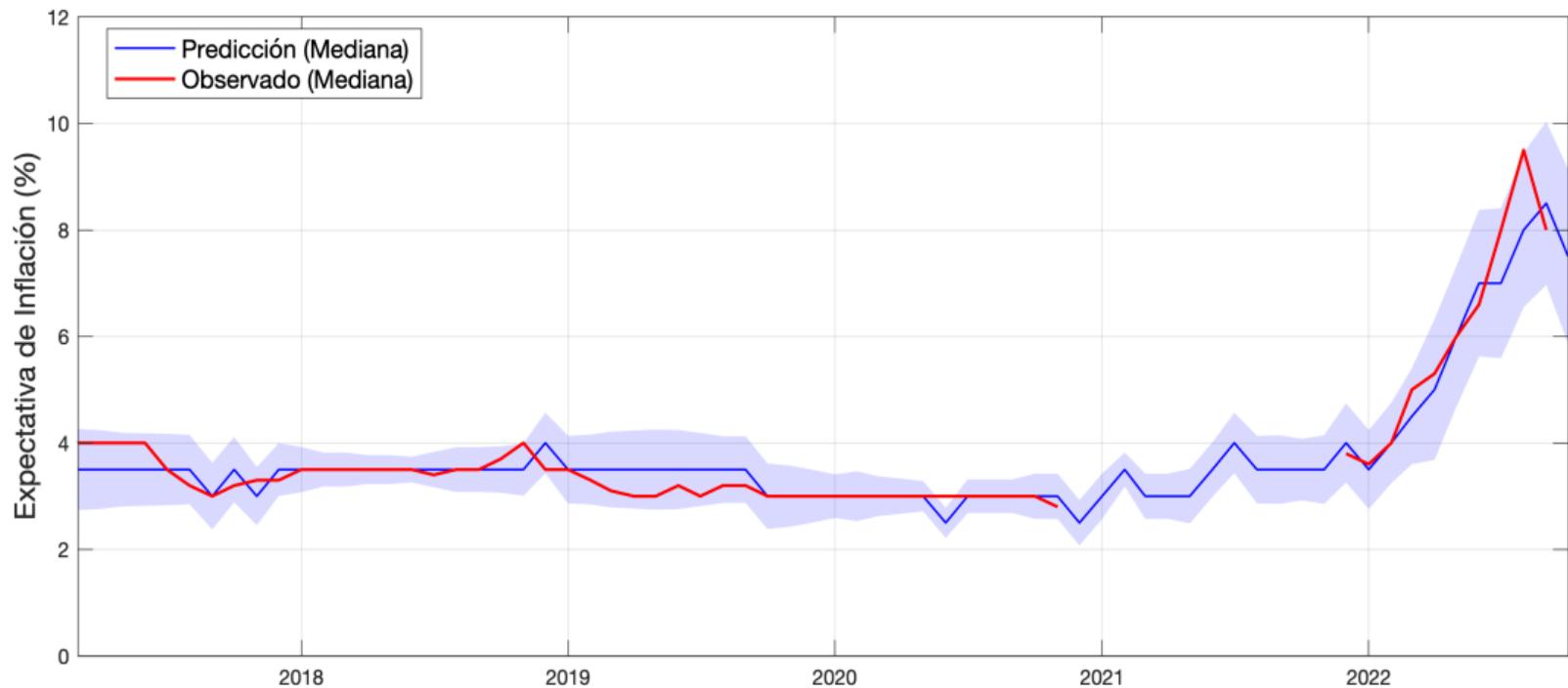


**Gráfico 3:** Complementar la Serie de Expectativas de Inflación

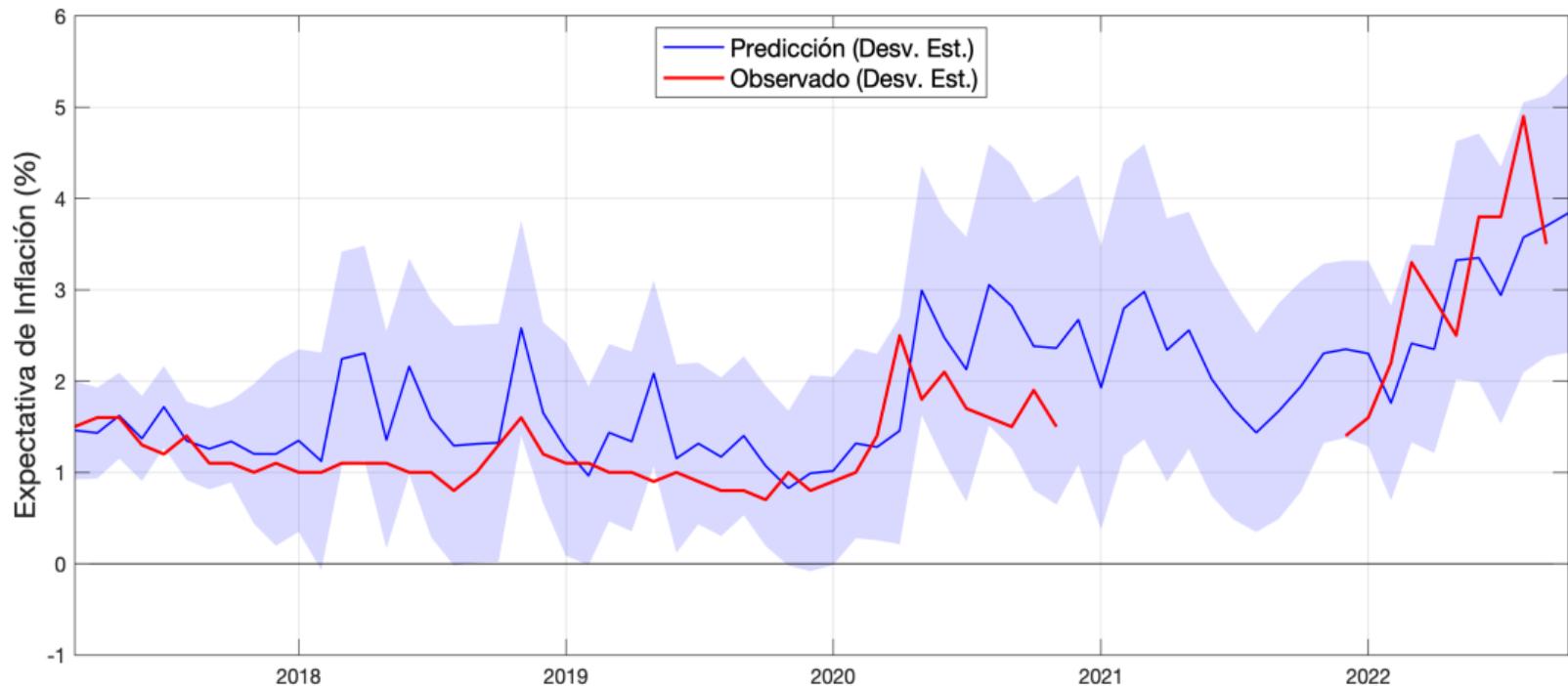
## Simular el Periodo 2020/12 a 2021/12



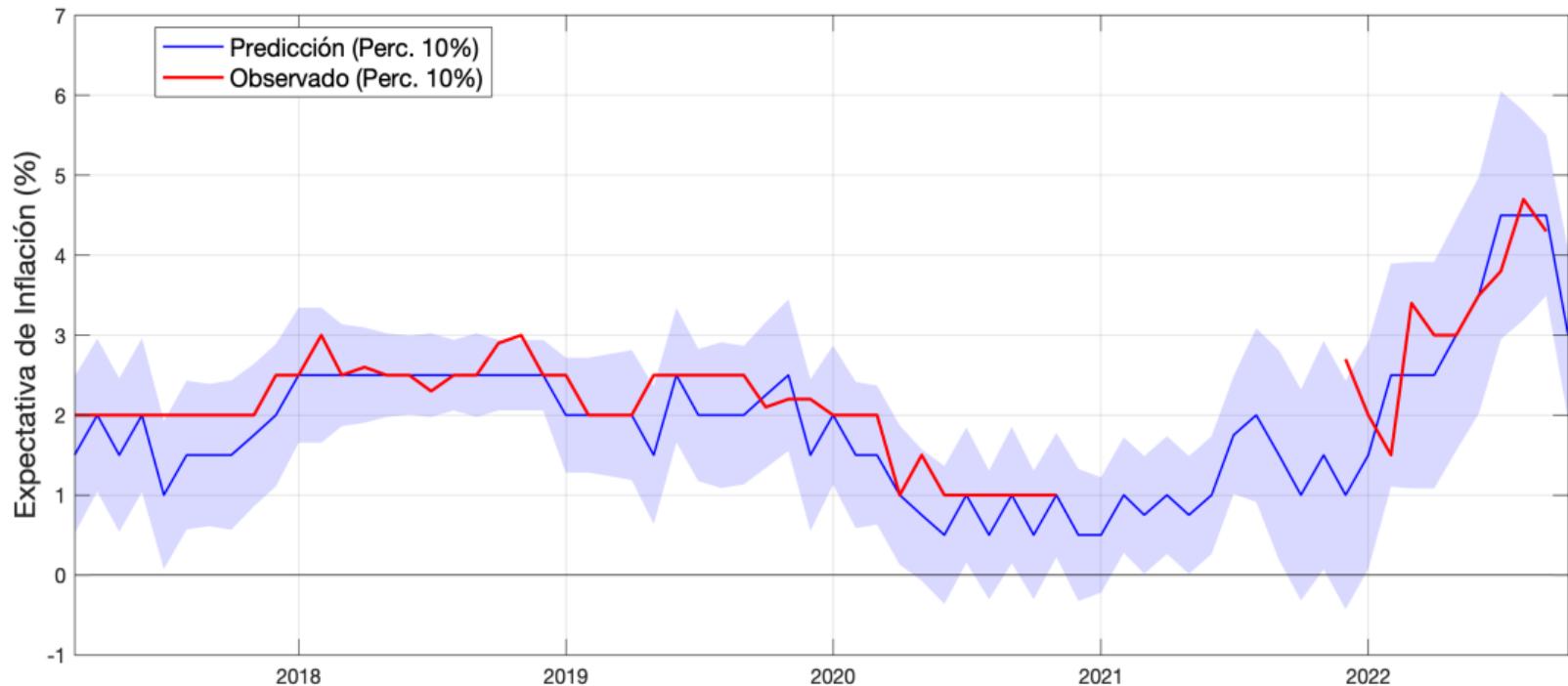
## Simular el Periodo 2020/12 a 2021/12



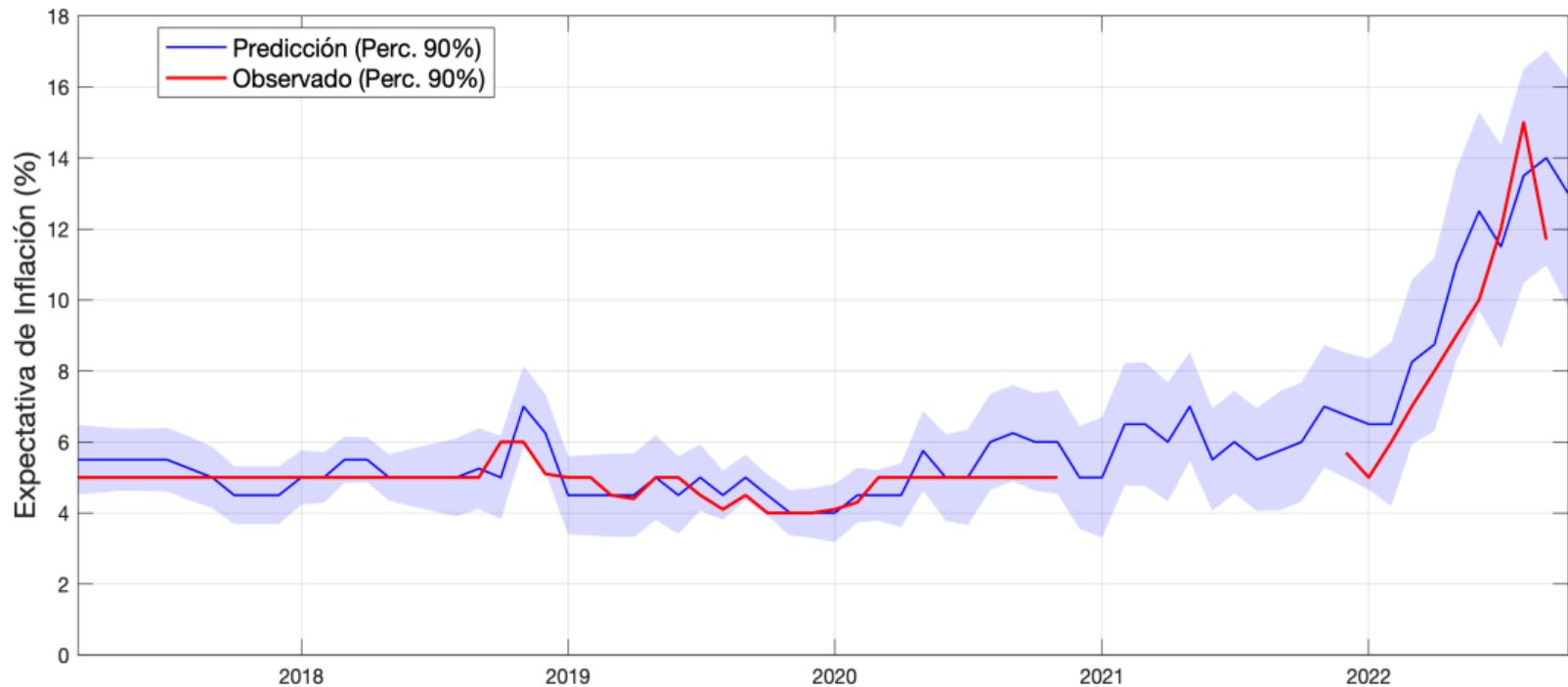
## Simular el Periodo 2020/12 a 2021/12



# Simular el Periodo 2020/12 a 2021/12



# Simular el Periodo 2020/12 a 2021/12



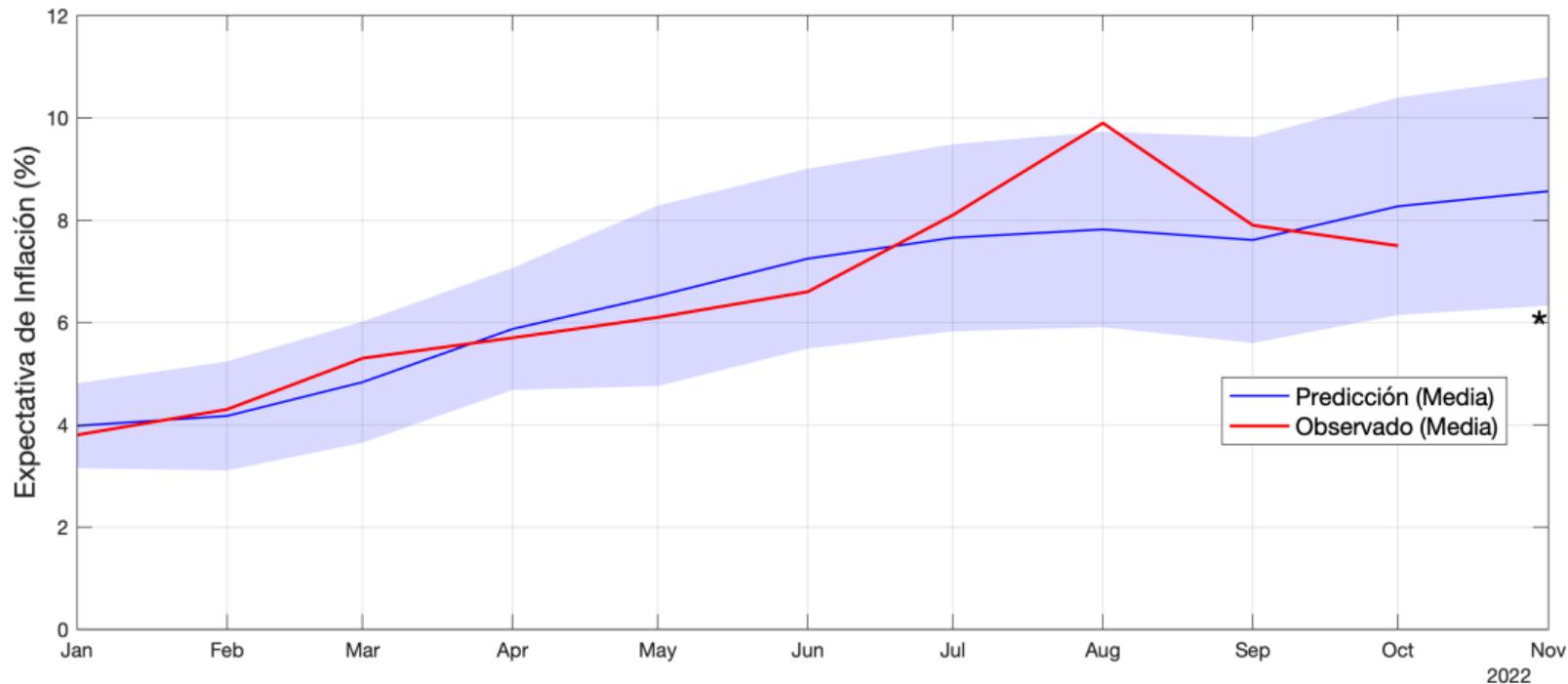
## Predicción de Mes en Curso

Por medio variable **observables**, que se interpretan como las variables que usan los agentes económicos para **formar sus expectativas** se procede predecir el mes en curso:

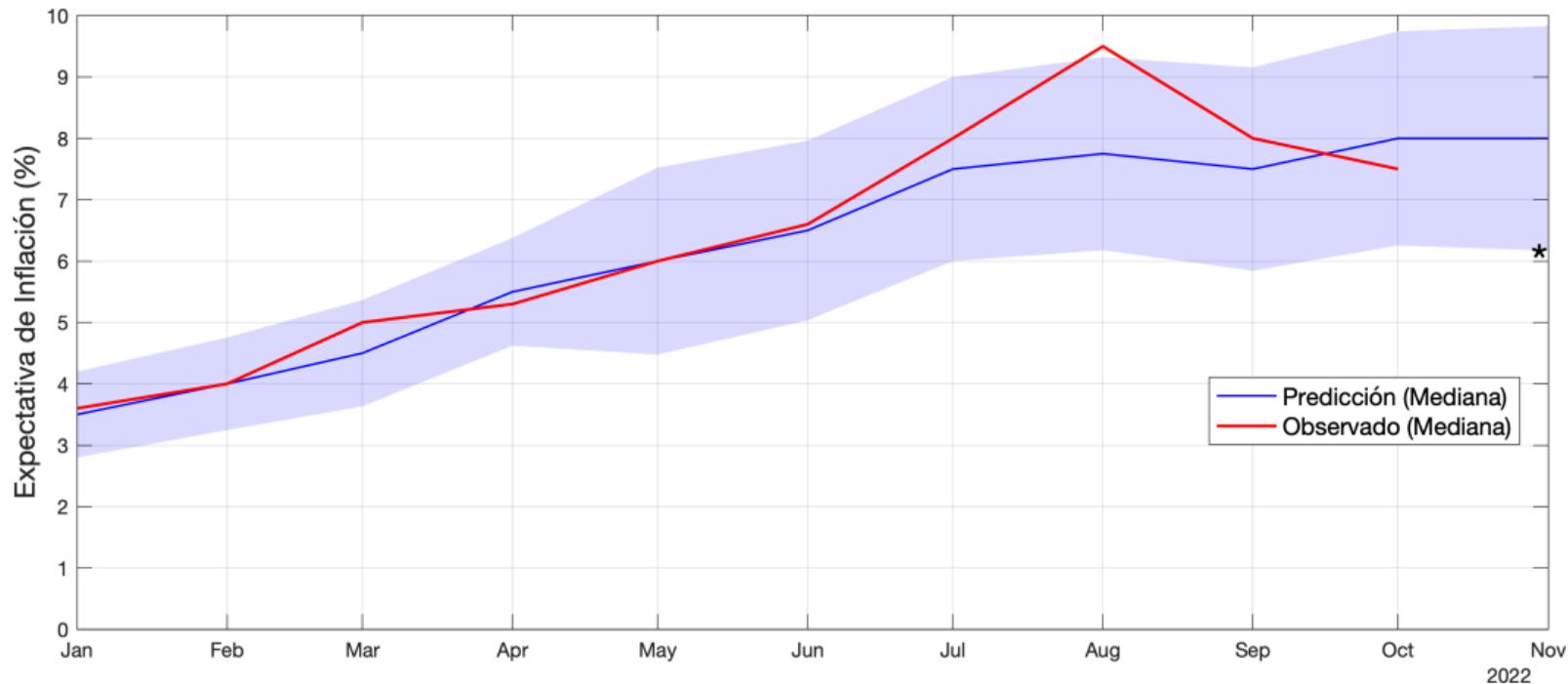
Durante el mes  $t$  se estima una regresión lineal

función de densidad  $\rightarrow \hat{e}i_t \sim \text{variables observables en } t$

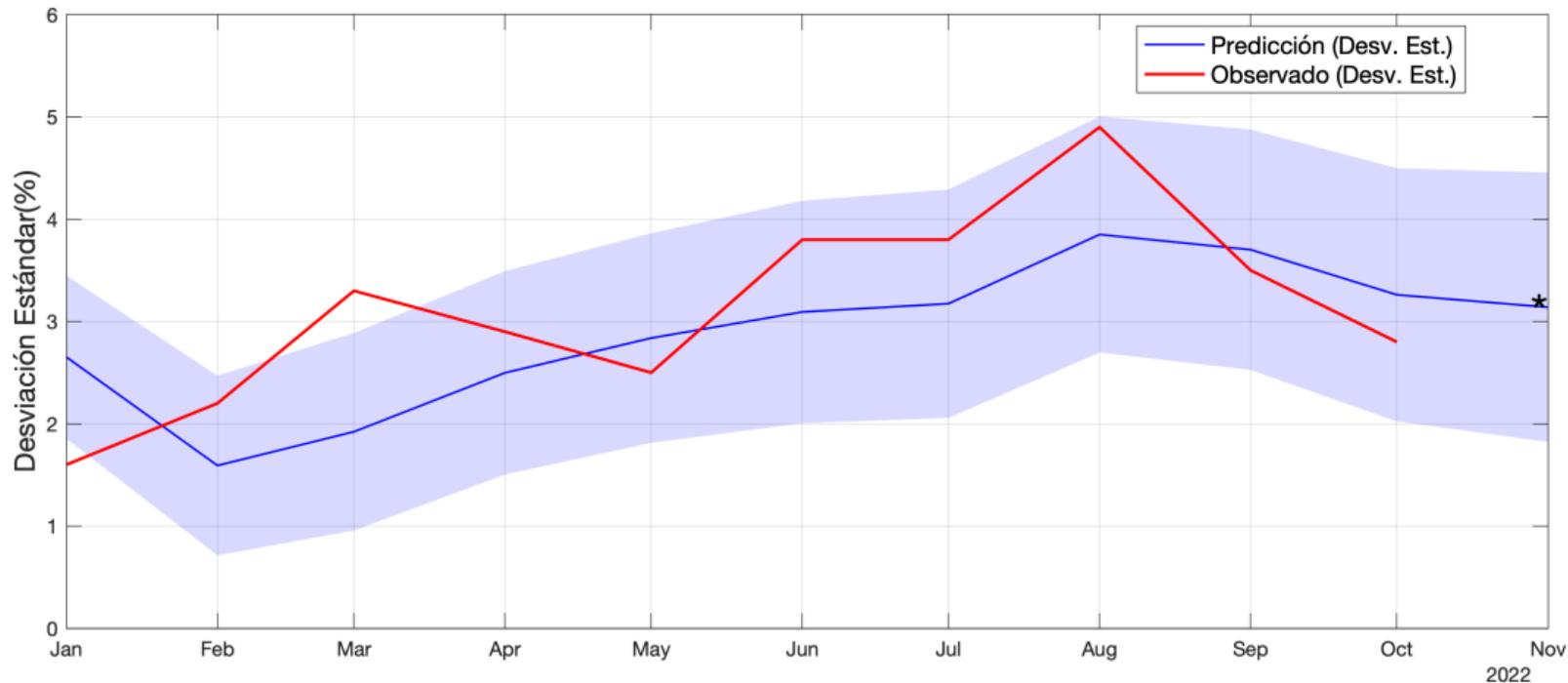
# Predicción del Mes en Curso



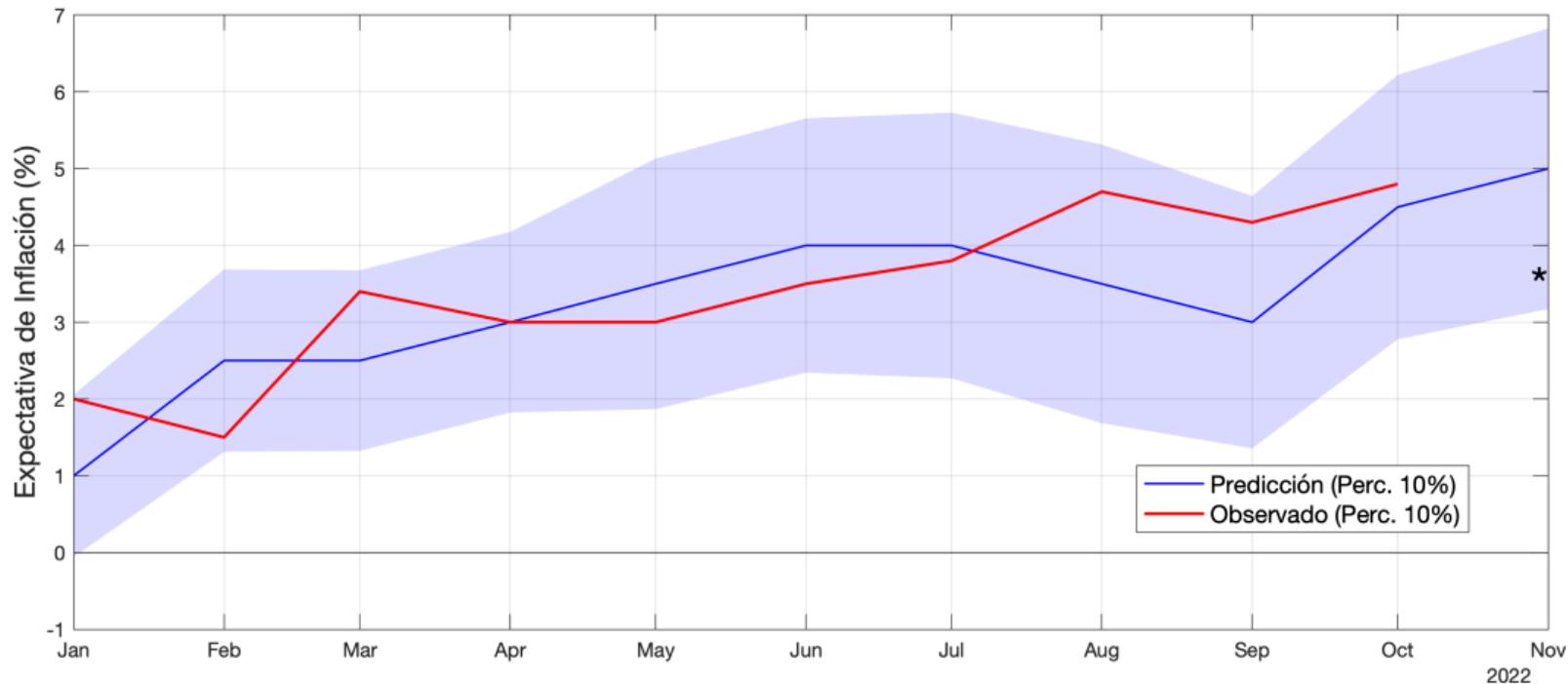
# Predicción del Mes en Curso



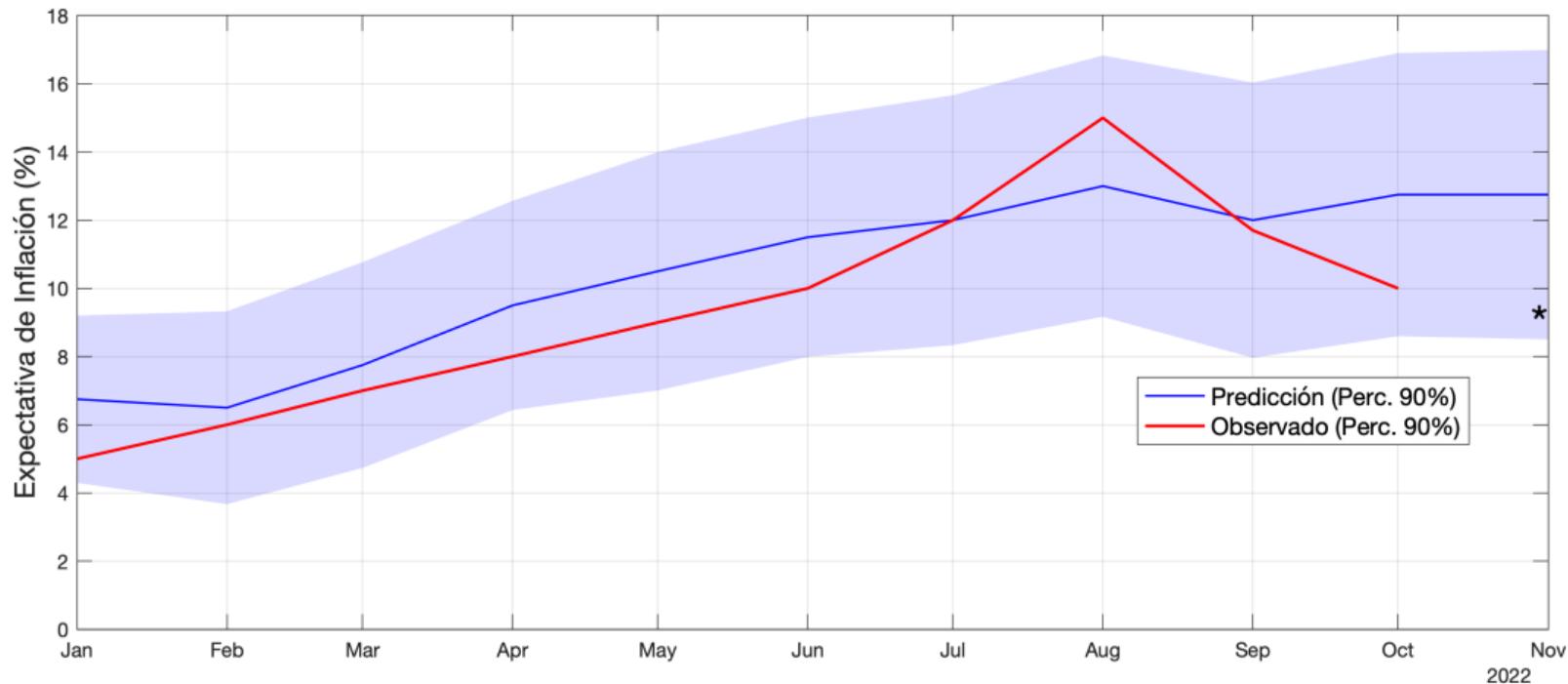
# Predicción del Mes en Curso



# Predicción del Mes en Curso



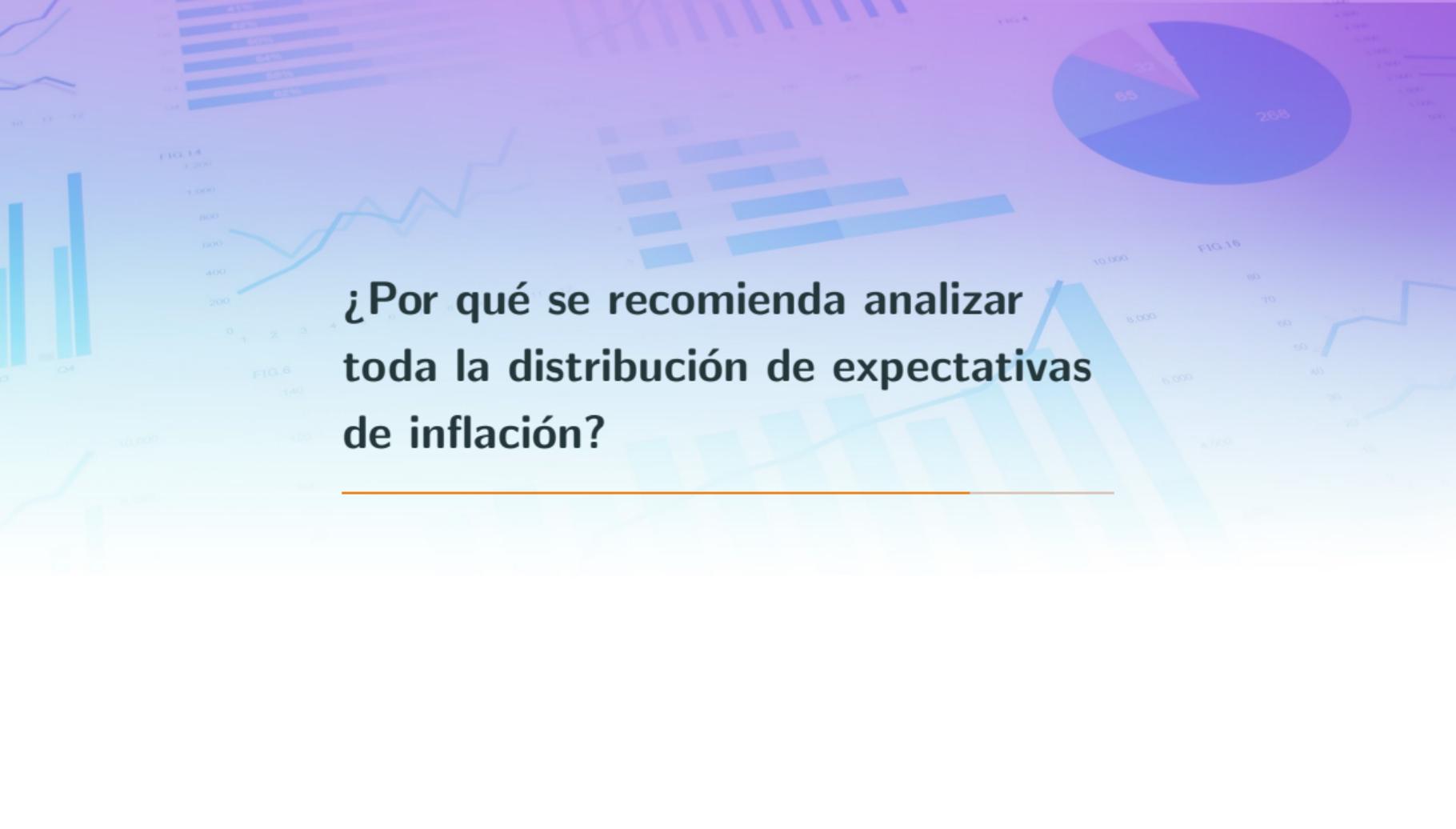
# Predicción del Mes en Curso



## Conclusiones y Recomendaciones

1. Usar un modelo de series de tiempo funcionales permite resumir la información de las encuestas de expectativas de inflación en unas cuantos factores.
2. Se logra simular los datos de encuestas para el periodo del 2021 que no se realizó la encuesta.
3. Con el modelo se puede predecir las estadísticas de la encuesta de expectativas para el mes en curso.
4. Se recomienda dar seguimiento a la información en las encuestas de expectativas de inflación como toda una distribución.

¡MUCHAS GRACIAS!



**¿Por qué se recomienda analizar toda la distribución de expectativas de inflación?**

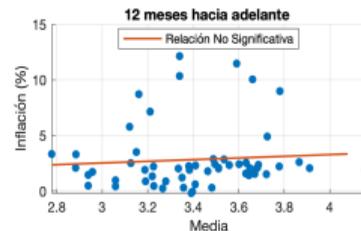
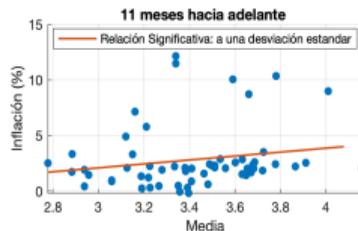
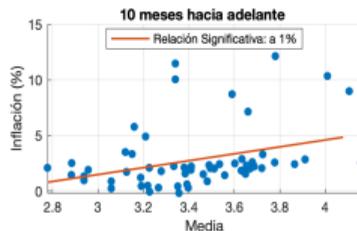
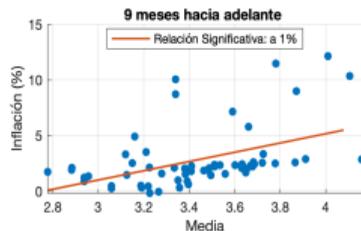
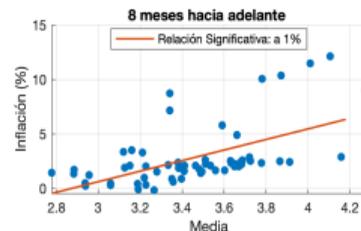
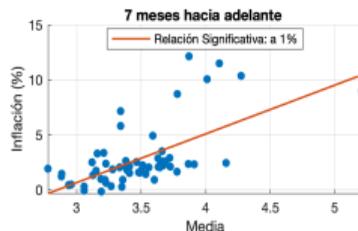
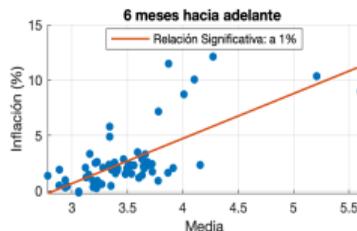
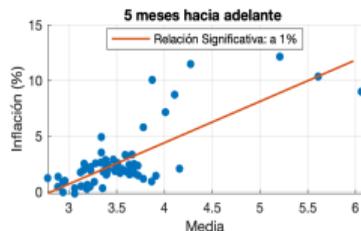
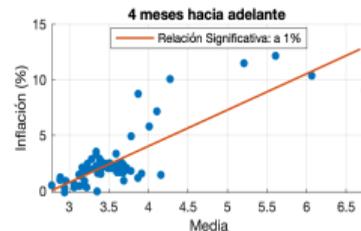
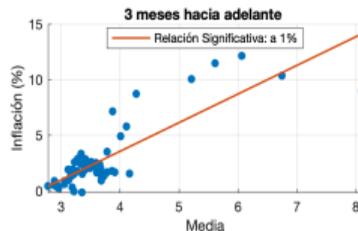
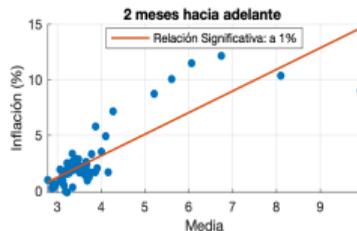
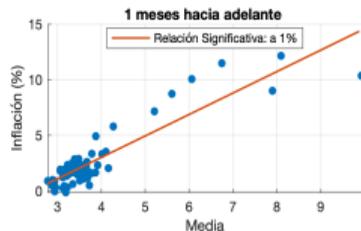
---

## Más información, mejor perspectiva

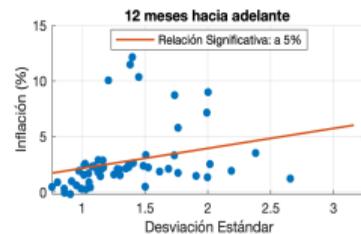
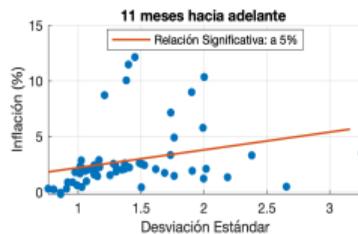
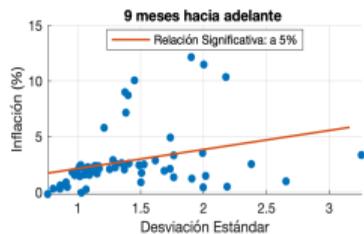
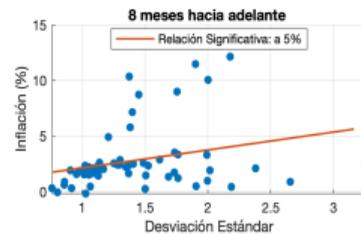
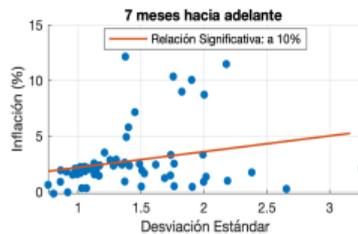
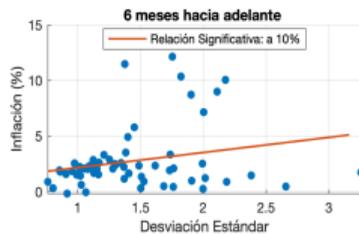
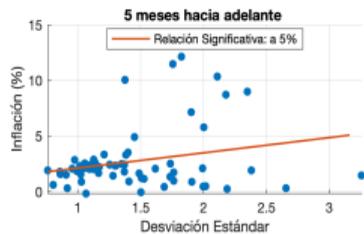
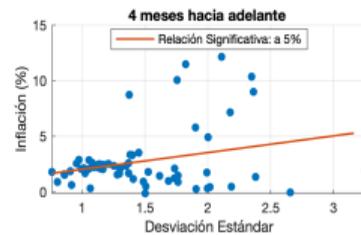
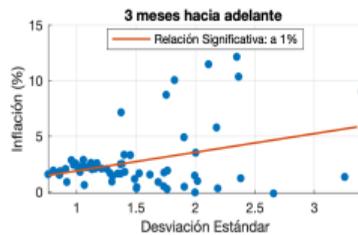
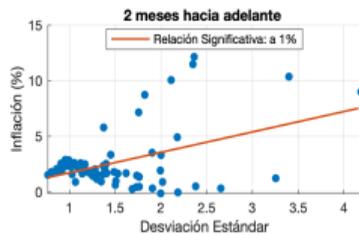
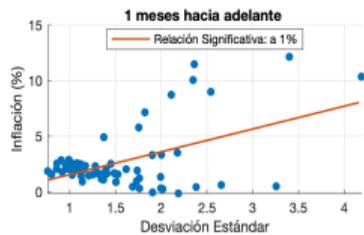
Analizar las expectativas de inflación más allá de la **mediana**, la **media**, etc. nos permite establecer relaciones **que antes no eran evidentes**.

\*Los siguiente gráficos se realizan con datos de Enero 2017 al Octubre 2022.

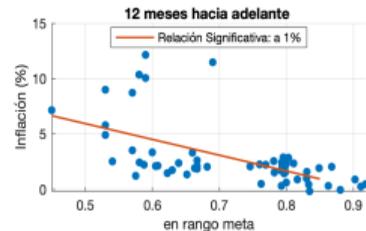
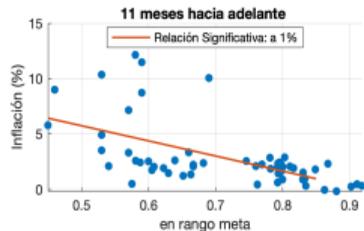
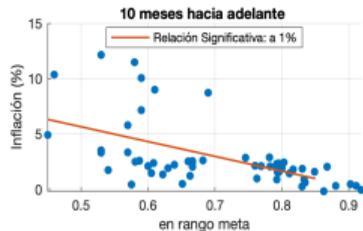
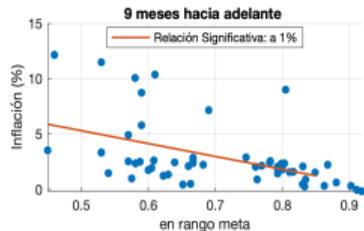
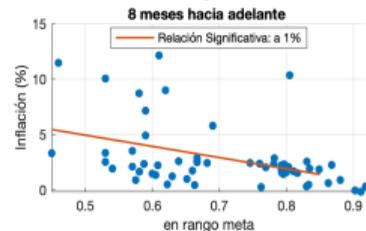
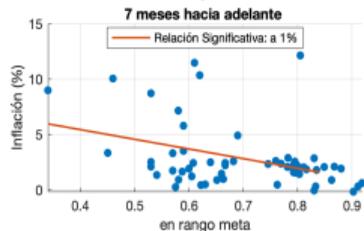
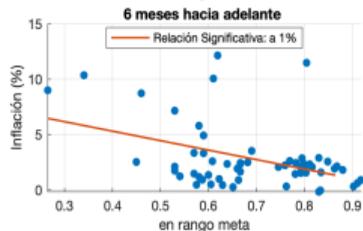
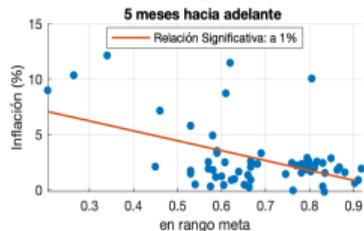
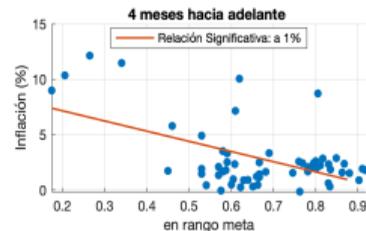
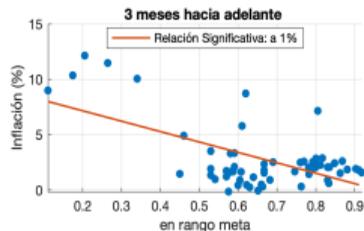
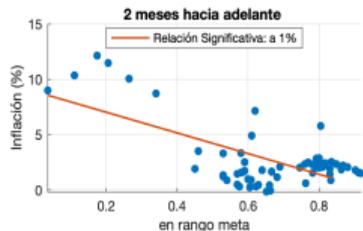
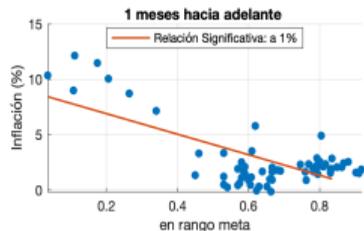
# Correlación: Aspectos de la Distribución e Inflación futura.



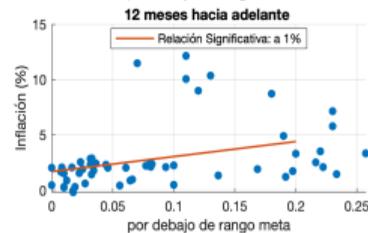
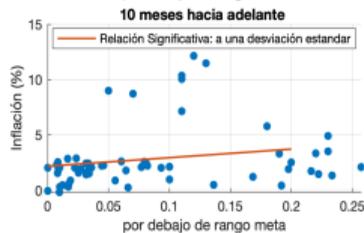
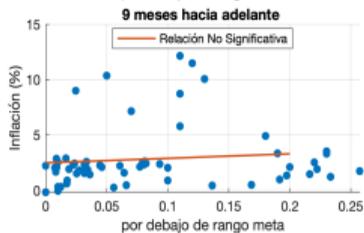
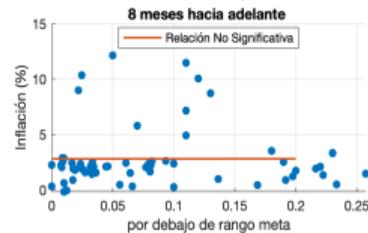
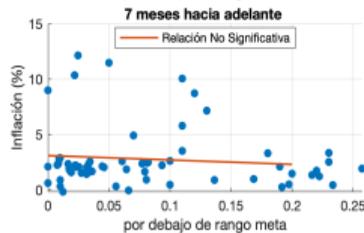
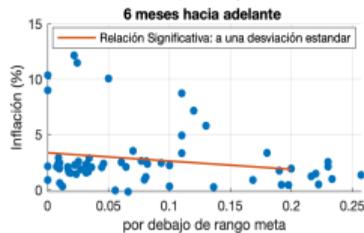
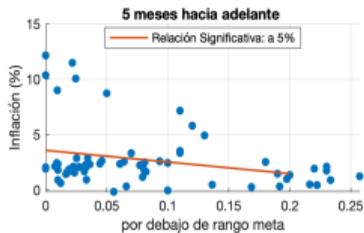
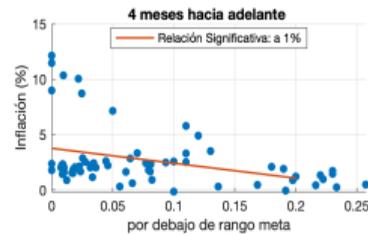
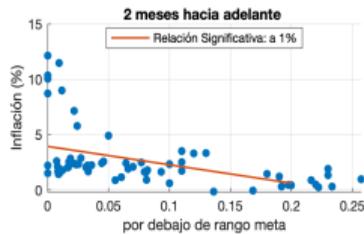
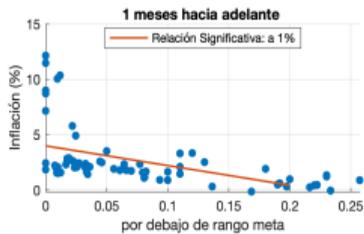
# Correlación: Aspectos de la Distribución e Inflación futura.



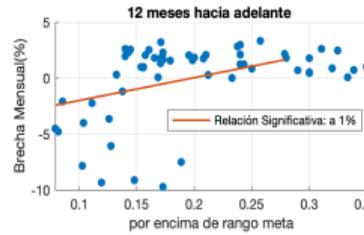
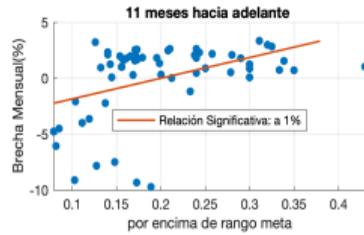
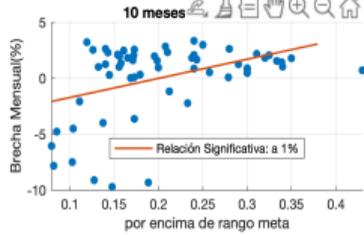
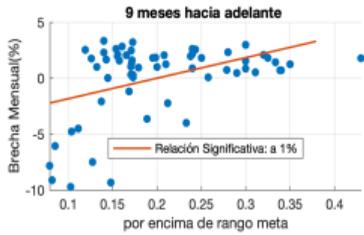
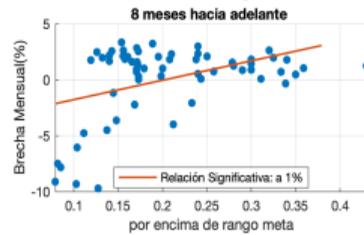
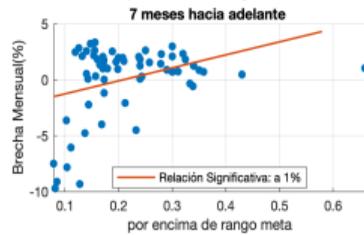
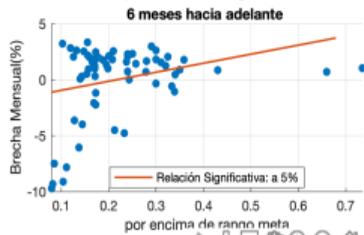
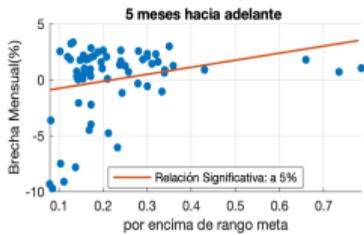
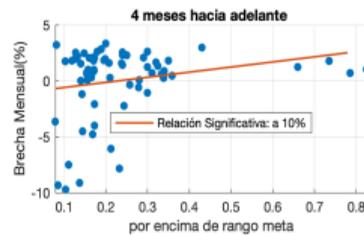
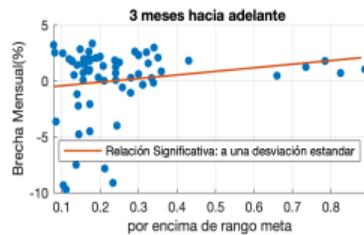
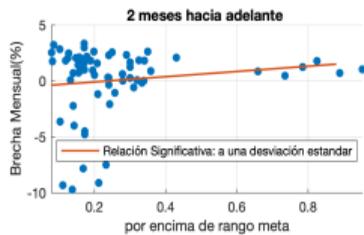
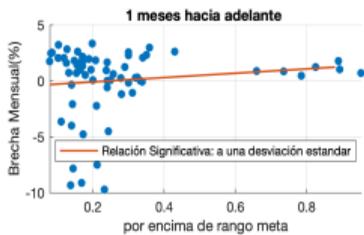
# Correlación: Aspectos de la Distribución e Inflación futura.



# Correlación: Aspectos de la Distribución e Inflación futura.



# Correlación: Aspectos de la Distribución e Inflación futura.



# Consideraciones Teóricas de las Series de Tiempo Funcionales

Del análisis funcional ...

1. Las funciones son integrables.
2. Son del espacio  $\mathcal{L}^2$ , es decir

$$\int f^2(x) dx < \infty$$

3. Se puede definir (como con vectores) un producto de punto

$$\langle f, g \rangle = \int f(x) \cdot g(x) dx$$

4. También se puede definir la norma (longitud) de una función

$$\|f\| = \sqrt{\langle f, f \rangle}$$

# Consideraciones Teóricas de las Series de Tiempo Funcionales

5. Existen bases (con infinita cantidad) de funciones  $v_1, v_2, v_3, \dots$  que nos permiten expresar cada función como una combinación lineal de funciones:

$$f_t = \alpha_{1t}v_1 + \alpha_{2t}v_2 + \alpha_{3t}v_3 + \dots$$

6. Así como las funciones se comportan como vectores, existe el análogo de matrices que se llaman operadores compactos.
7. Los operadores compactos tiene valores propios, y esto nos lleva al uso de Componentes Principales.