

# Lee-Carter Coherente en la Proyección de la Mortalidad en el Ecuador, 2023 a 2050

Andrés Peña Montalvo

Doctorando de Estudios de Población, CEDUA-COLMEX

agpena@colmex.mx

Víctor Manuel García Guerrero

Profesor-Investigador, CEDUA-COLMEX

vmgarcia@colmex.mx

## 1. Introducción

En los años 80 los pronósticos de mortalidad se realizaban mediante métodos determinísticos, basados en fórmulas matemáticas o en la opinión de expertos. En las últimas décadas el enfoque evolucionó hacia modelos estocásticos, impulsados en gran medida por el trabajo seminal de Ronald Lee y Lawrence Carter (1992), *"Modeling and Forecasting U.S. Mortality"* (Basellini et al., 2023) [1]. La forma funcional original del modelo de Lee-Carter es:

$$\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t} \quad (1)$$

Mientras las restricciones a sus parámetros:

$$\sum_x b_x = 1 \quad y \quad \sum_t k_t = 0$$

Con estas restricciones  $a_x$  es la media temporal del  $\ln(m_{x,t})$  y  $b_x$  es el ritmo proporcional del cambio. Por lo general  $k_t$  decrementa a través del tiempo.

## 2. Objetivo

Aplicar una de las extensiones del modelo de Lee-Carter (1992) al caso ecuatoriano, con el objetivo de garantizar coherencia entre subpoblaciones (por sexo) en los pronósticos de mortalidad. Esto evita que las trayectorias diverjan o se crucen en el corto plazo.

## 3. Datos y Metodología

### Fuentes de datos

- ${}_n m_x$  por sexo entre 1950 y 2022.
- $e_0$  de 2023 a 2050 del INEC (2024) [2].

### Metodología

El modelo coherente de Li y Lee (2005) [3] expresa el logaritmo de las tasas específicas de mortalidad por edad en función de un componente **común** (edad y período), y factores **específicos** (país, región o grupo), para garantizar la coherencia en sus trayectorias.

$$\log(m(x, t, i)) = a(x, i) + B(x)K(t) + b(x, i)k(t, i) + \varepsilon(x, t, i), \quad 0 \leq t \leq T \quad (2)$$

A  $[a(x, i) + B(x)K(t)]$  se denomina factor común del modelo de la población  $i$  th. El factor específico para la  $i$ -ésima población, que se denota  $b(x, i)k(t, i)$ , se obtiene utilizando los vectores de primer orden  $b(x, i)$  y  $k(t, i)$  derivados de aplicar la DVS a la matriz residual del factor común del modelo:  $[\log(m(x, t, i)) - a(x, i) + (x)K(t)]$ .

$k(t, i)$  es una caminata aleatoria sin deriva o un modelo autorregresivo de primer orden ( $AR(1)$ ) con un coeficiente que produce una tendencia acotada a corto plazo en  $k(t, i)$ :

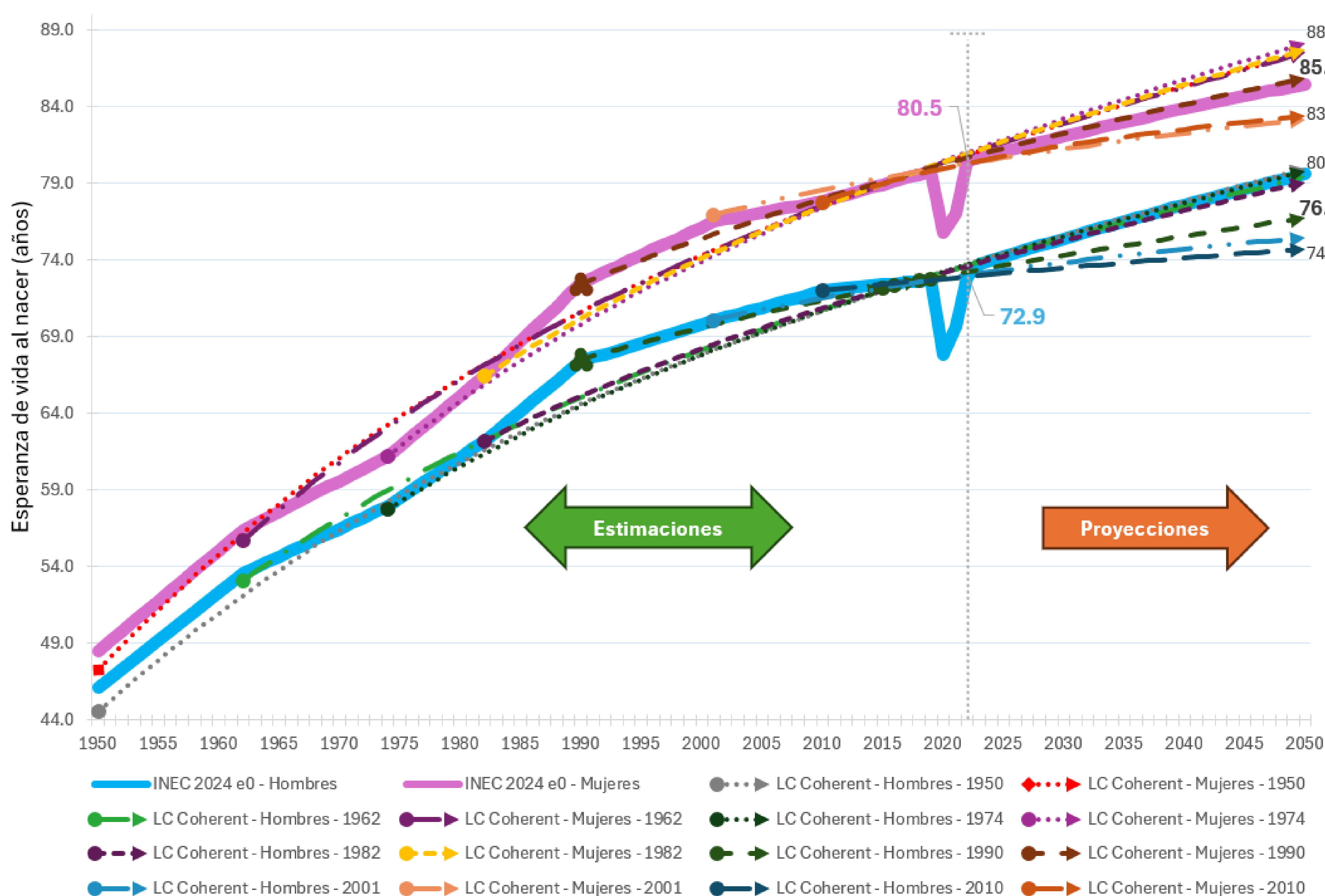
$$k(t, i) = c_0(i) + c_1(i)k(t-1, i) + \sigma_i e_i(t), \quad e_i(t) \sim N(0, 1) \quad (3)$$

Donde  $c_0(i)$  y  $c_1(i)$  son coeficientes y  $\sigma_i$  es la desviación estándar del modelo  $AR(1)$ .

## 7. Referencias

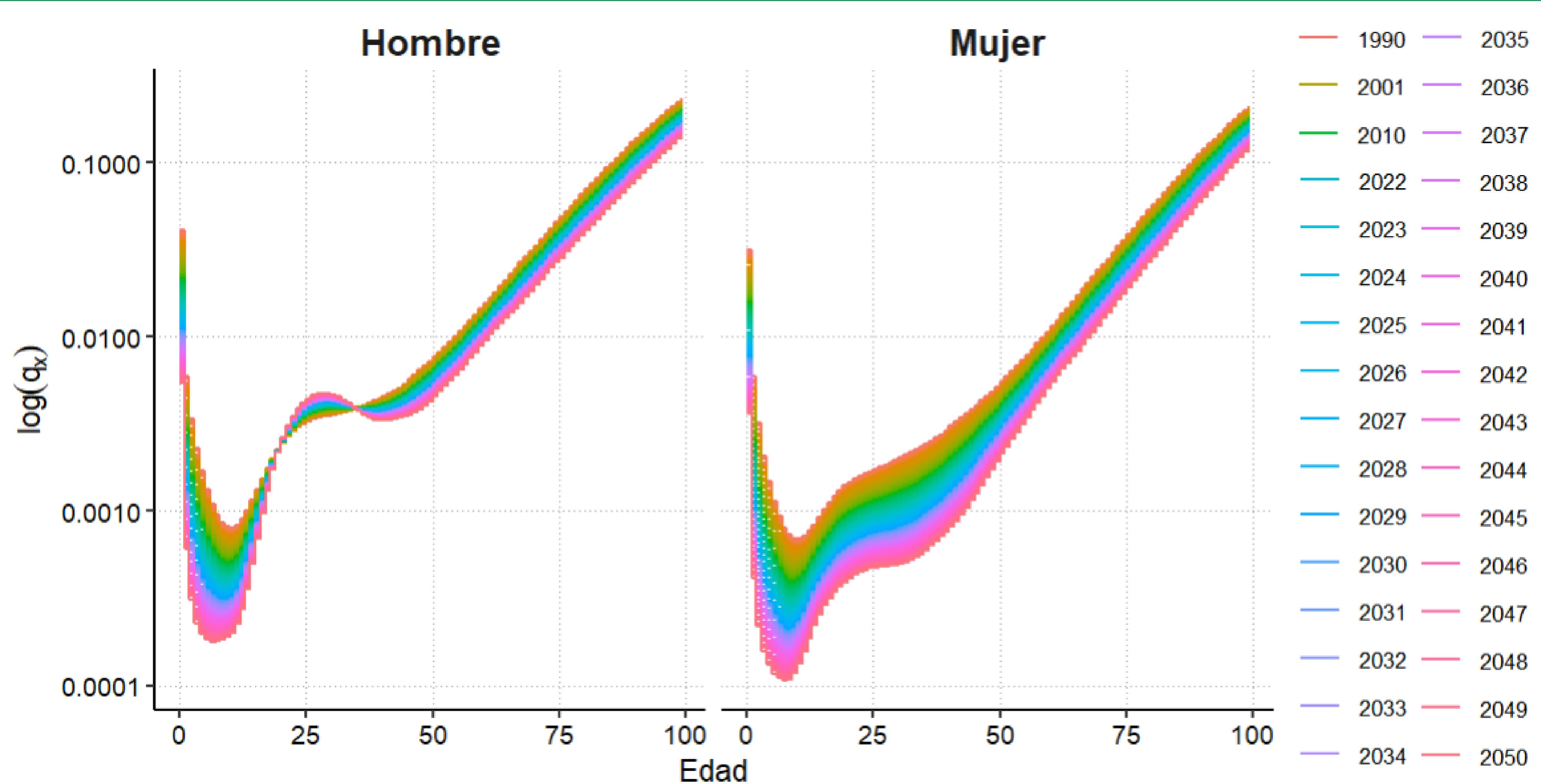
- [1] Basellini et al. Thirty years on: A review of the Lee-Carter method for forecasting mortality. *Int. Journal of Forecasting*, 39, 2023.
- [2] INEC. Proyecciones de población, Rev. 2024. *Revista de Estadística y Metodologías*.
- [3] Li & Lee. Coherent Mortality Forecasts for a Group of Populations: An Extension of the Lee-Carter Method. *Demography*, 42, 2005.

## 4. Esperanza de vida al nacer estimada y proyectada, $e_0$



Fuente: Elaboración propia con base en INEC (2024) [2]

## 5. Probabilidad de muerte por edad y sexo, ${}_n q_x$



Fuente: Elaboración propia con base en INEC (2024) [2]

## 6. Conclusiones

- Se observa un **quiebre estructural** en la serie temporal de la esperanza de vida al nacer  $e_0$  en **1990**, manifestándose una notable desaceleración en su crecimiento.
- La proyección más plausible es la que toma como período de **estimación 1990-2022**.
- Contrario a la tendencia general de descenso futuro de las  ${}_n q_x$ , los **varones de 20-35 años** presentan un **aumento en sus probabilidades de muerte** (causas externas).

