



Centro Centroamericano de Población

Parametrización de la mortalidad de Costa Rica en los siglos XX y XXI

Eduardo Aguilar Fernández

Contenido

- Introducción
- Objetivos
- Marco Teórico
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones





Introducción

- **Mortalidad**

Importante indicador, reflejo del estado de salud de la población.

Ha sido objeto de modelación

Conocer su comportamiento contribuye al planeamiento y desarrollo de políticas



Objetivos

- **Objetivo General**

Modelar 110 años de evolución de la mortalidad de Costa Rica con tan pocos parámetros como sea posible.

Objetivos

- **Objetivos Específicos**

Desarrollar un modelo de análisis factorial mediante la aplicación de la técnica de componentes principales para identificar componentes influyentes en la mortalidad de Costa Rica.

Aplicar el método Lee-Carter a las tasas de mortalidad por grupo de edad de Costa Rica.



Objetivos

- **Objetivos Específicos**

Evaluar el desempeño de los modelos aplicados mediante la comparación de las tasas de mortalidad estimadas con los valores observados en el período de estudio.

Proyectar, con ayuda de los parámetros obtenidos, la mortalidad de Costa Rica en el futuro.

Marco Teórico

- **Modelos para el estudio de la mortalidad**

Análisis Factorial de las tasas de mortalidad por edad y sexo

Aplicado por Lederman y Breas: tasas de mortalidad por edad y sexo y la esperanza de vida al nacer.

Se emplearon 157 tablas de alrededor de 50 países distribuidas a largo de la primera mitad del siglo XX.

La idea es identificar un número de componentes o índices que describan la mortalidad con una precisión satisfactoria.

Marco Teórico

- **Modelos para el estudio de la mortalidad**

Modelo de Lee y Carter

Combina procedimientos demográficos, de pocos supuestos, con métodos estadísticos de series de tiempo

Es extrapolativo, no incorpora información externa.

Permite realizar proyecciones y establecer intervalos de confianza.

Expresa que

$$\ln [m(x, t)] = a_x + b_x \cdot k_t + \varepsilon_{x,t}$$

Metodología

- **Población y unidad de estudio**

Población: conjunto de 4 218 tasas de mortalidad de Costa Rica por edad y sexo.

Unidad de estudio: tasa de mortalidad, por sexo, del grupo de edad x (0-1, 1-4, ..., 85 y más) en el año t (periodo 1900-2010)

Metodología

- **Datos y fuentes de información**

Base de datos conformada por dos fuentes:

1. tasas de mortalidad para cada sexo del período 1900-1949 provenientes de las estimaciones realizadas por don Héctor Pérez.
2. tasas de mortalidad para cada sexo del período 1950-2010 provenientes de las estimaciones realizadas por el Centro Centroamericano de Población en conjunto con el Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Metodología

- **Técnicas de estudio (Análisis factorial)**

Variables a reducir:

logaritmo de las tasas de mortalidad de los grupos de edad (0-1, 1-4, 5-9, ..., 85 y más) , logaritmo de la expresión $100 - e_0$.

Criterio de selección de los componentes:

número de raíces características de la matriz de correlaciones que son mayores a 1.

Pertinencia del análisis:

medida de adecuación muestral KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), prueba de esfericidad de Bartlett

Metodología

- **Técnicas de estudio (Modelo de Lee y Carter)**

Estimación de los valores a_x .

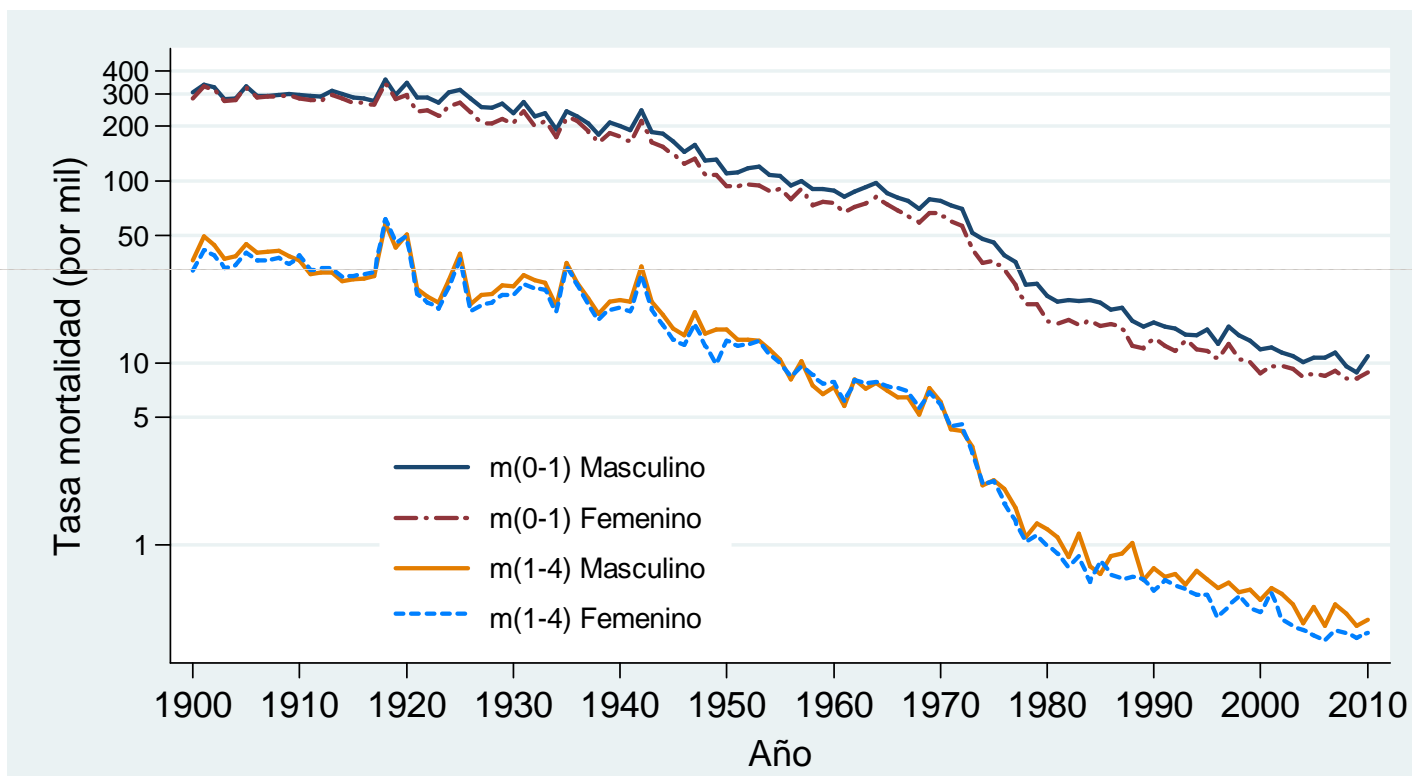
Estimación de los valores b_x y k_t .

Segunda estimación del índice de mortalidad k .

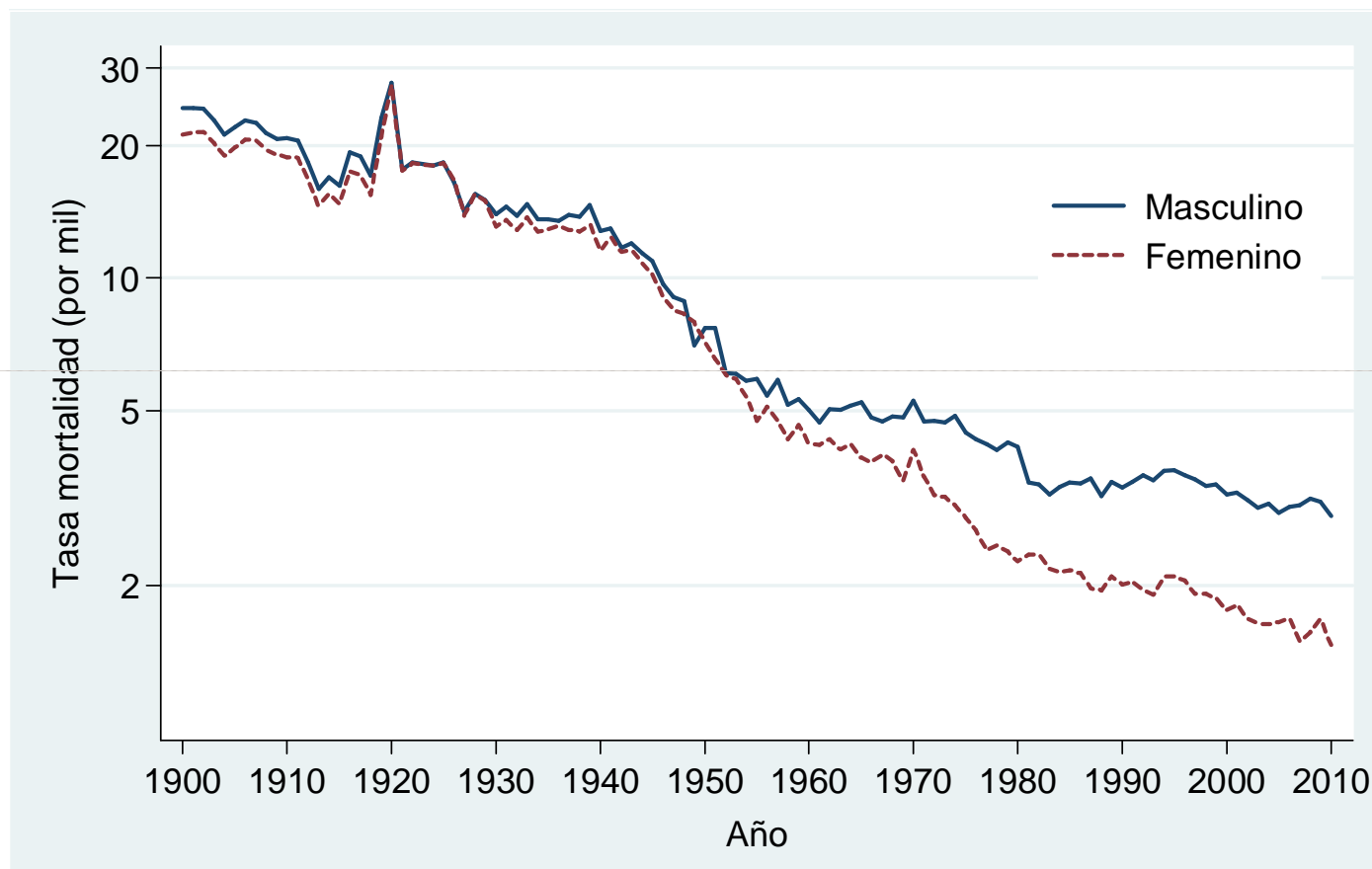


Resultados

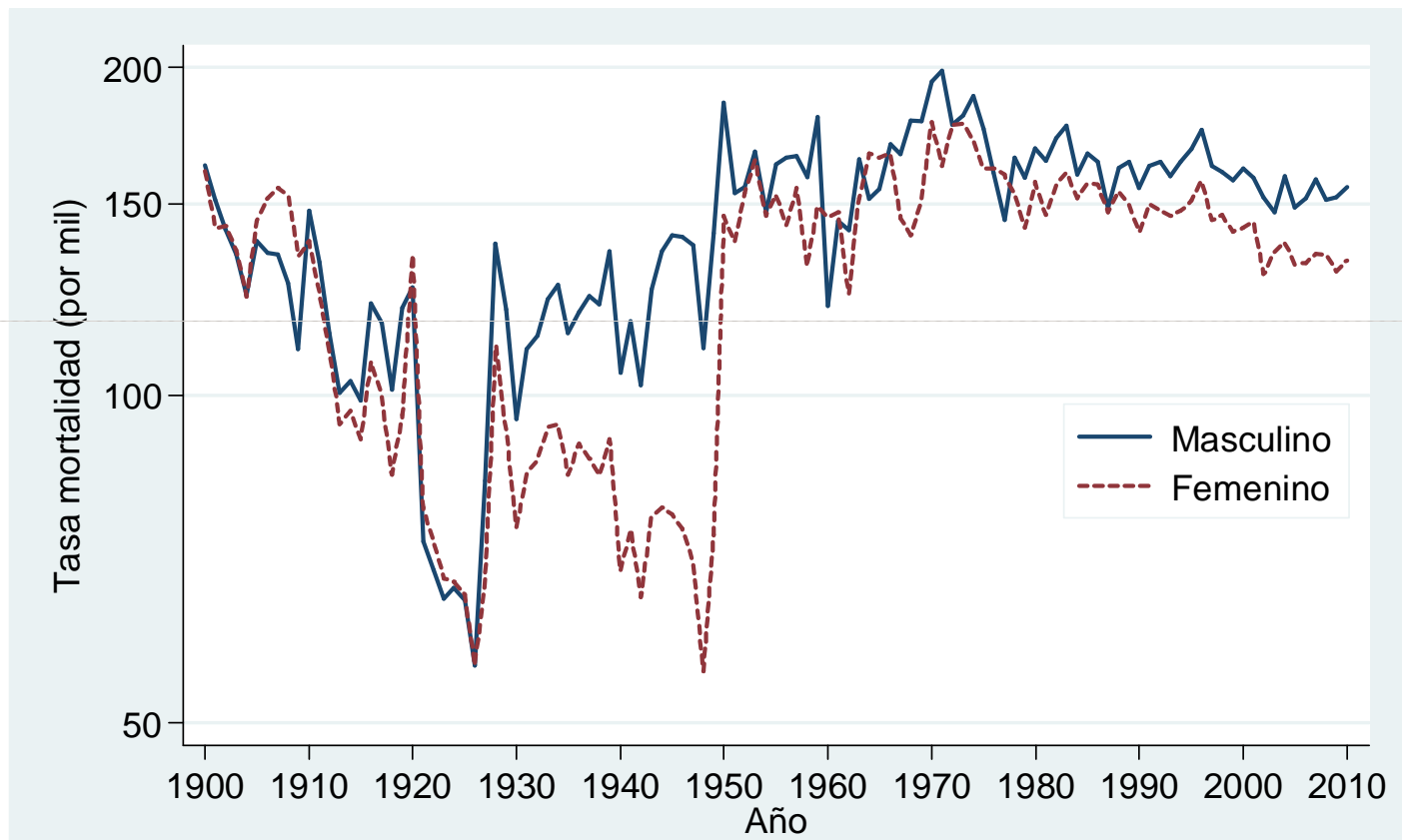
Costa Rica. Mortalidad de la niñez por sexo. Periodo 1900-2010



Costa Rica. Comportamiento de la mortalidad en personas de 20 a 59 años por sexo. Periodo 1900-2010



Costa Rica. Comportamiento de la mortalidad en personas con 85 años y más por sexo. Periodo 1900-2010



Resultados del modelo de Análisis factorial

Bondad de ajuste

- $KMO = 0,9571$, el cual indica que el análisis factorial es adecuado.
- Prueba esfericidad de Bartlett, valor chi-cuadrado de 17 119, significancia asociada de $p = 0,0000$, el análisis factorial es adecuado.
- Los valores residuales entre las correlaciones estimadas y las correlaciones, 0,26% presentan un valor absoluto mayor a 0,05, por lo que se considera que el modelo ajusta bien.
- Se identifican tres factores que explican el 96,6% de la variabilidad, (factor 1 explica: 77,4%, el factor 2 explica: 14,3% , factor 3 explica: 4,9%



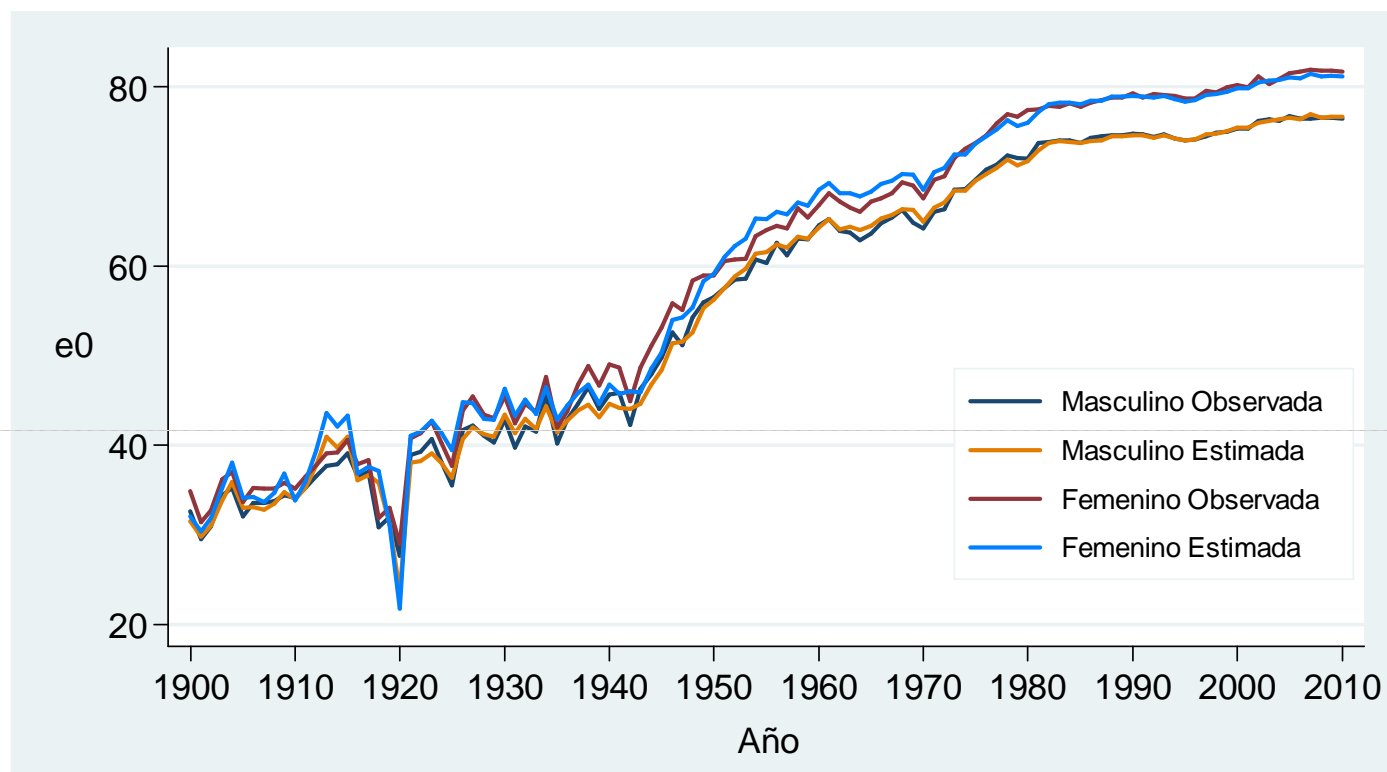
Resultados del modelo de Análisis factorial

Bondad de ajuste

- El factor 1 está altamente correlacionado con casi todas las variables, por lo que puede considerarse un índice o factor general de mortalidad.

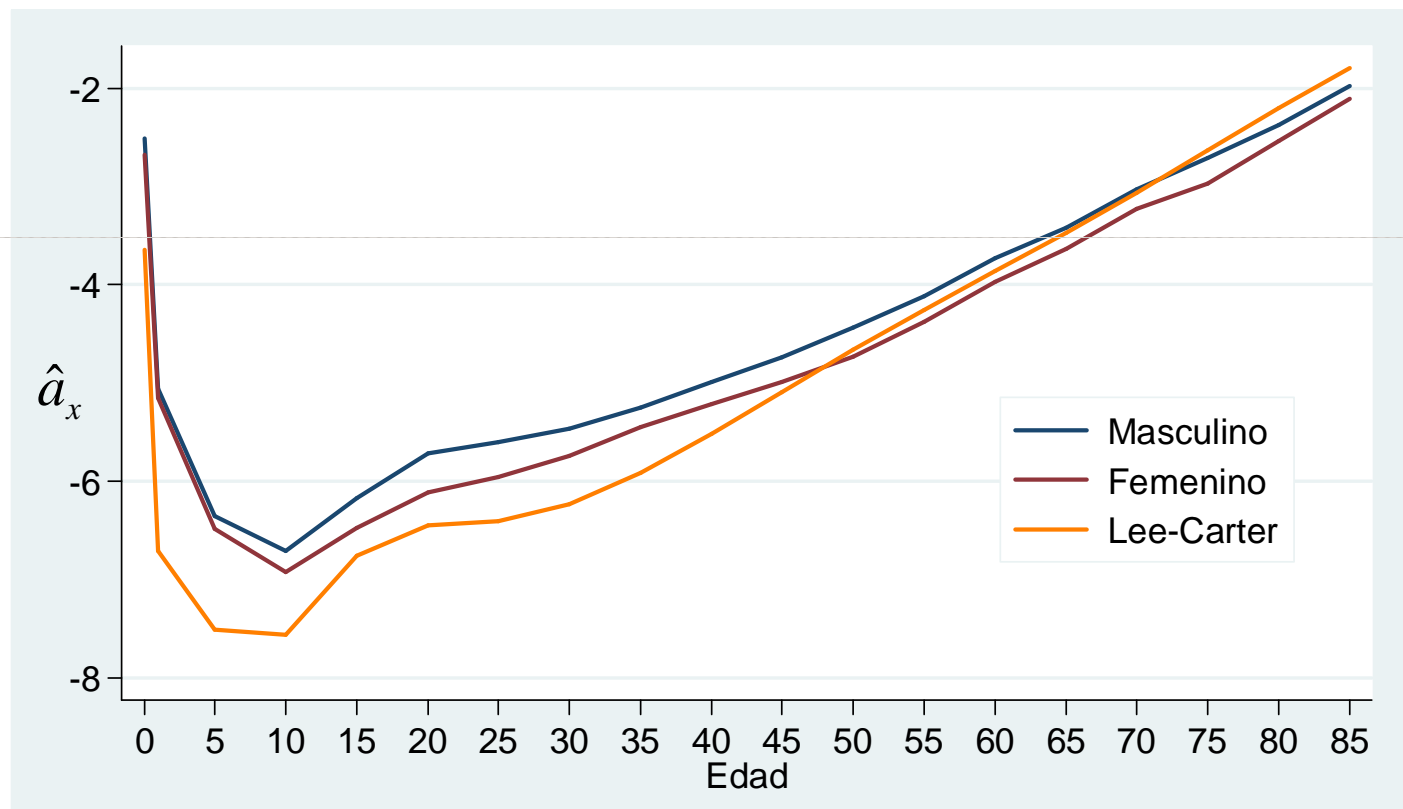
- El factor 2 y 3 están más asociados a los grupos de edades avanzadas (75 y más años)

Costa Rica. Esperanza de vida al nacer según año por sexo. Periodo 1900- 2010.

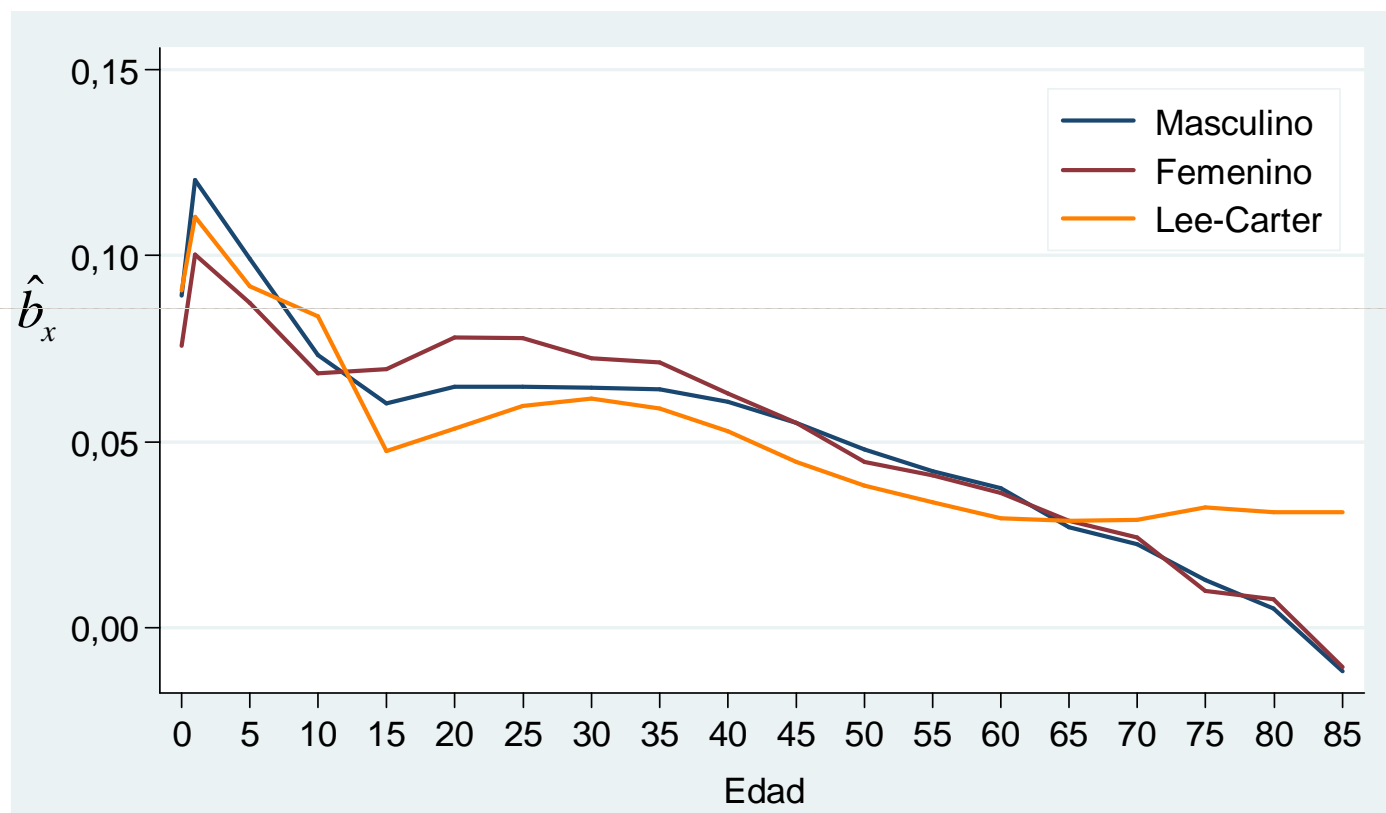


Resultados del modelo de Lee y Carter

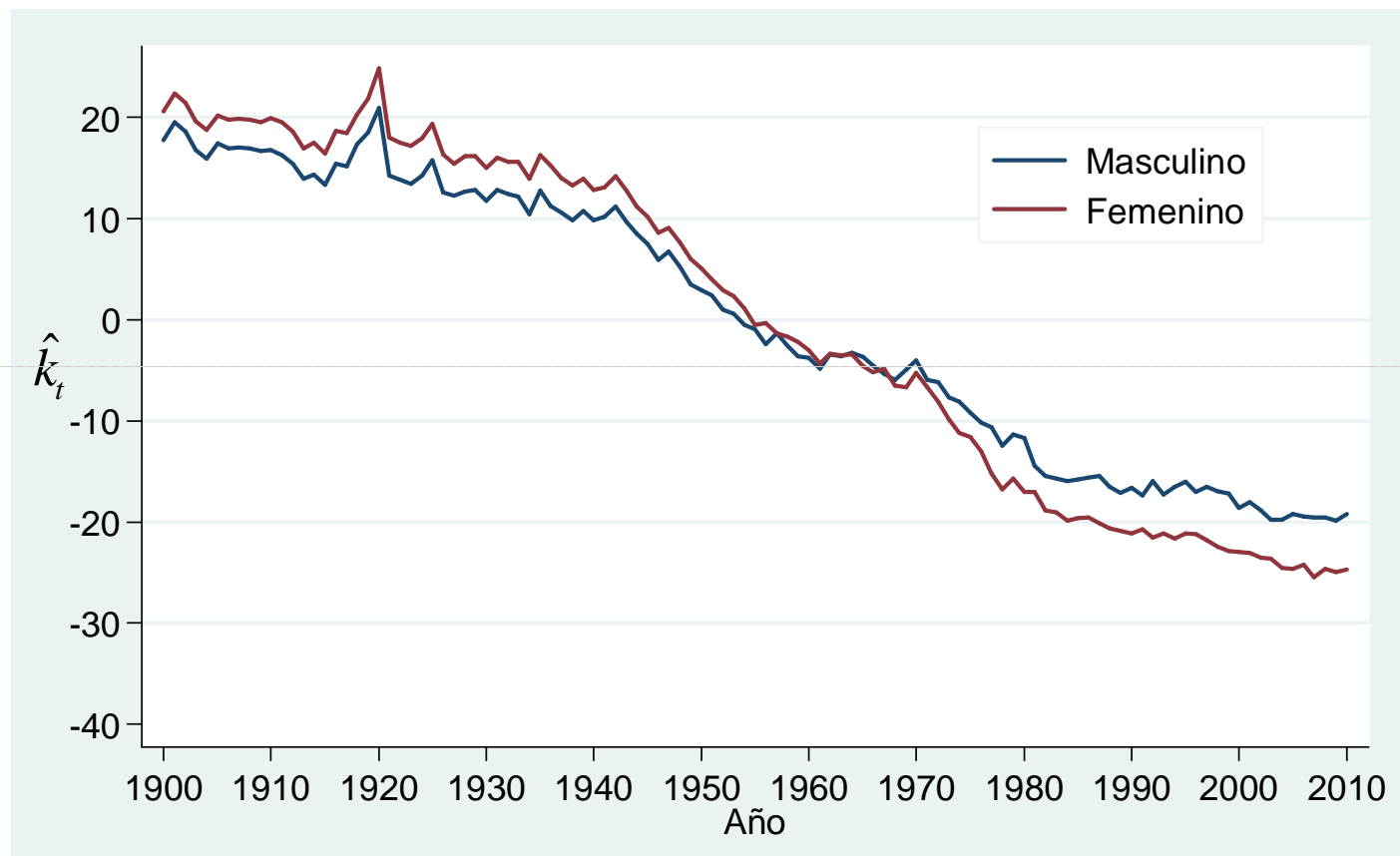
Costa Rica. Valores \hat{a}_x por sexo según grupo de edad. Periodo 1900-2010



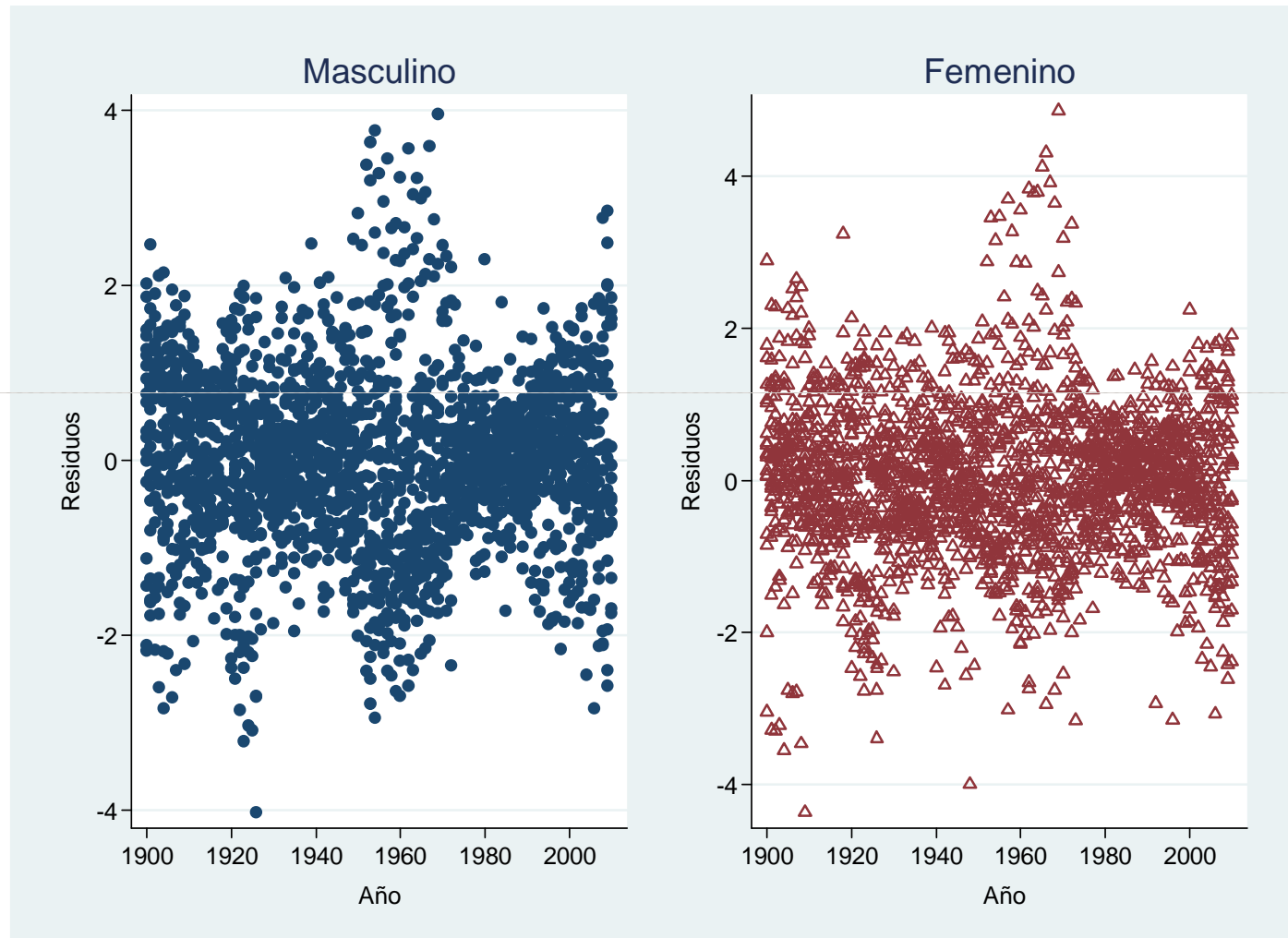
Costa Rica. Valores \hat{b}_x por sexo según grupo de edad. Periodo 1900-2010



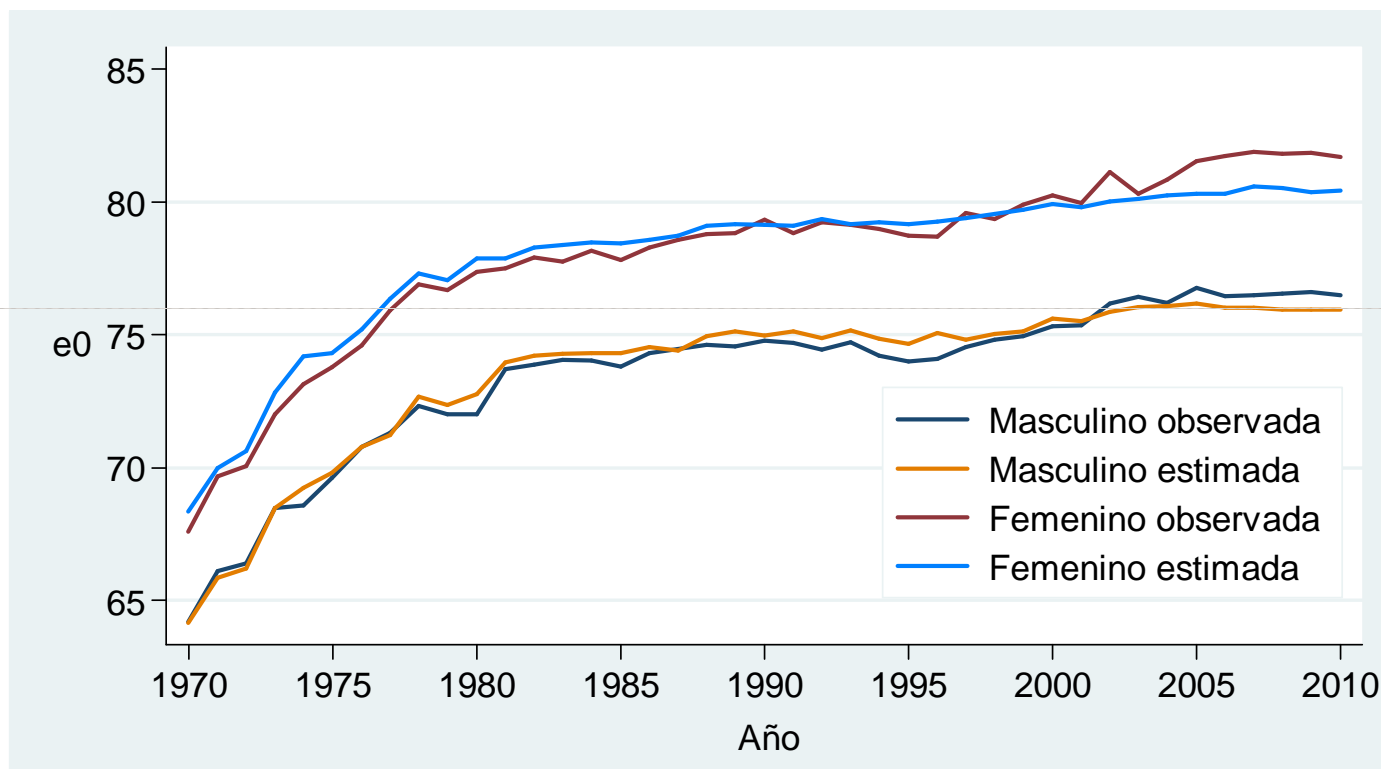
Costa Rica. Primera estimación del índice de mortalidad k por sexo según año. Periodo 1900-2010.



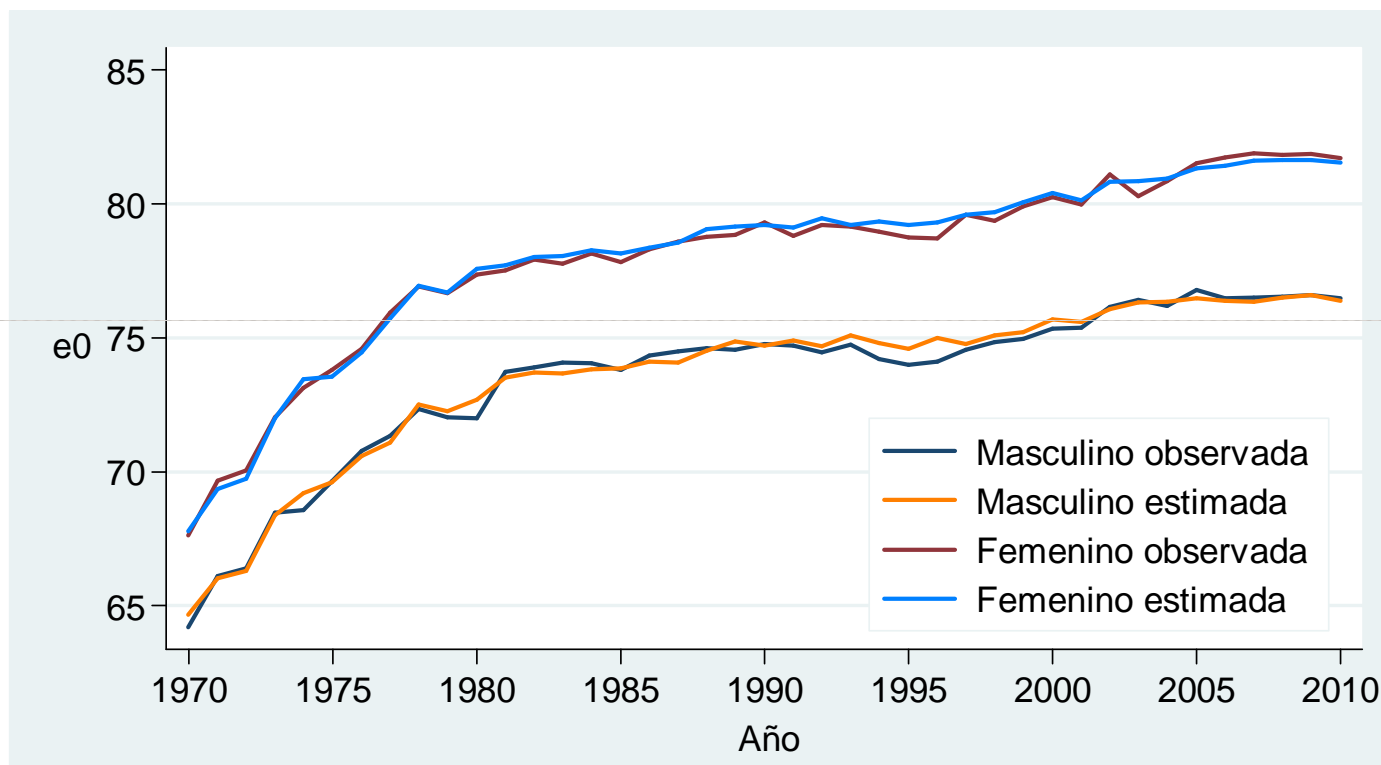
Costa Rica. Residuos estandarizados para la primera estimación k según año por sexo. Periodo 1900-2010



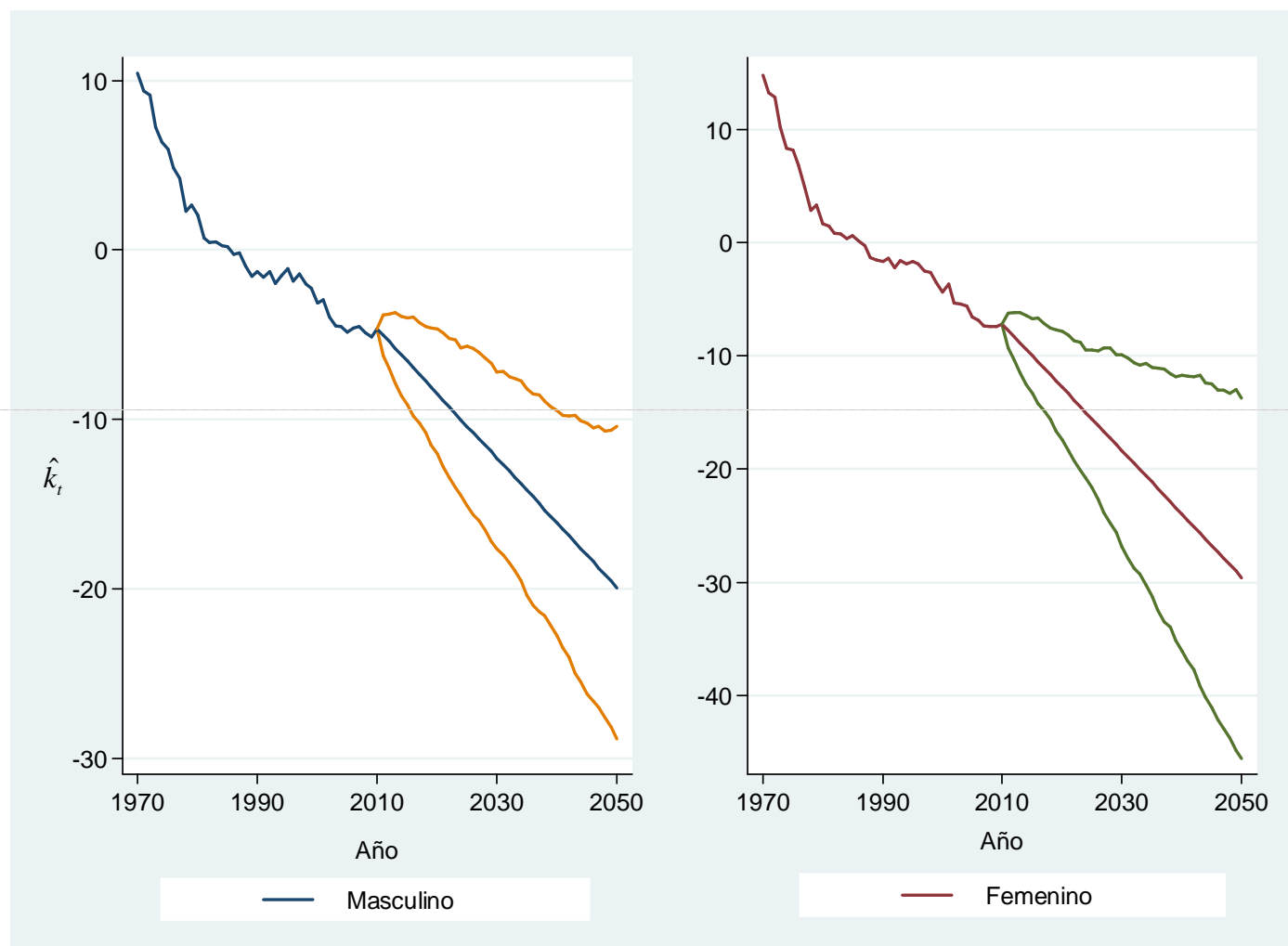
Costa Rica. Esperanza de vida al nacer según año por sexo. Periodo 1900- 2010. (solo se muestra a partir de 1970)



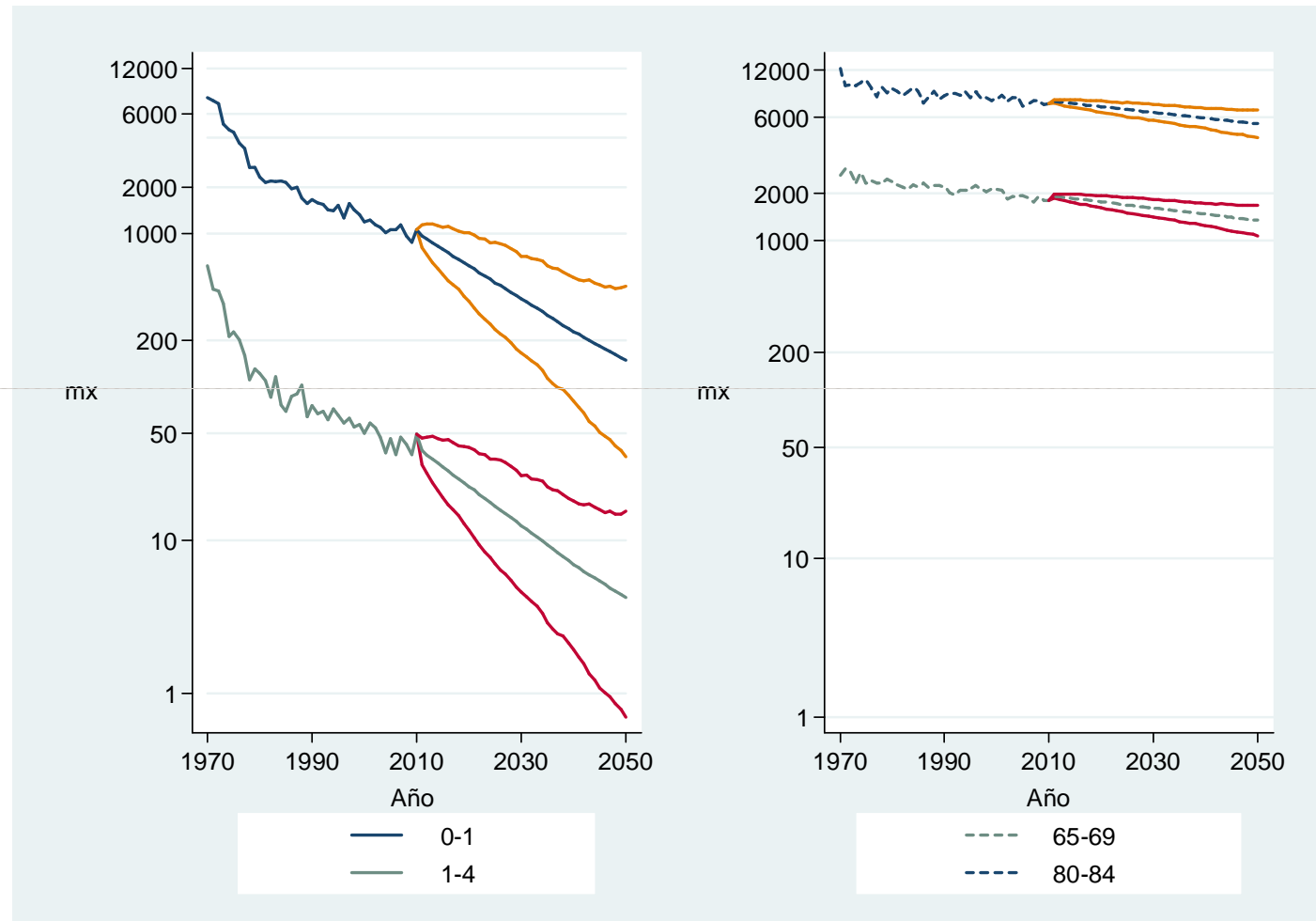
Costa Rica. Esperanza de vida al nacer según año por sexo. Periodo 1970-2010



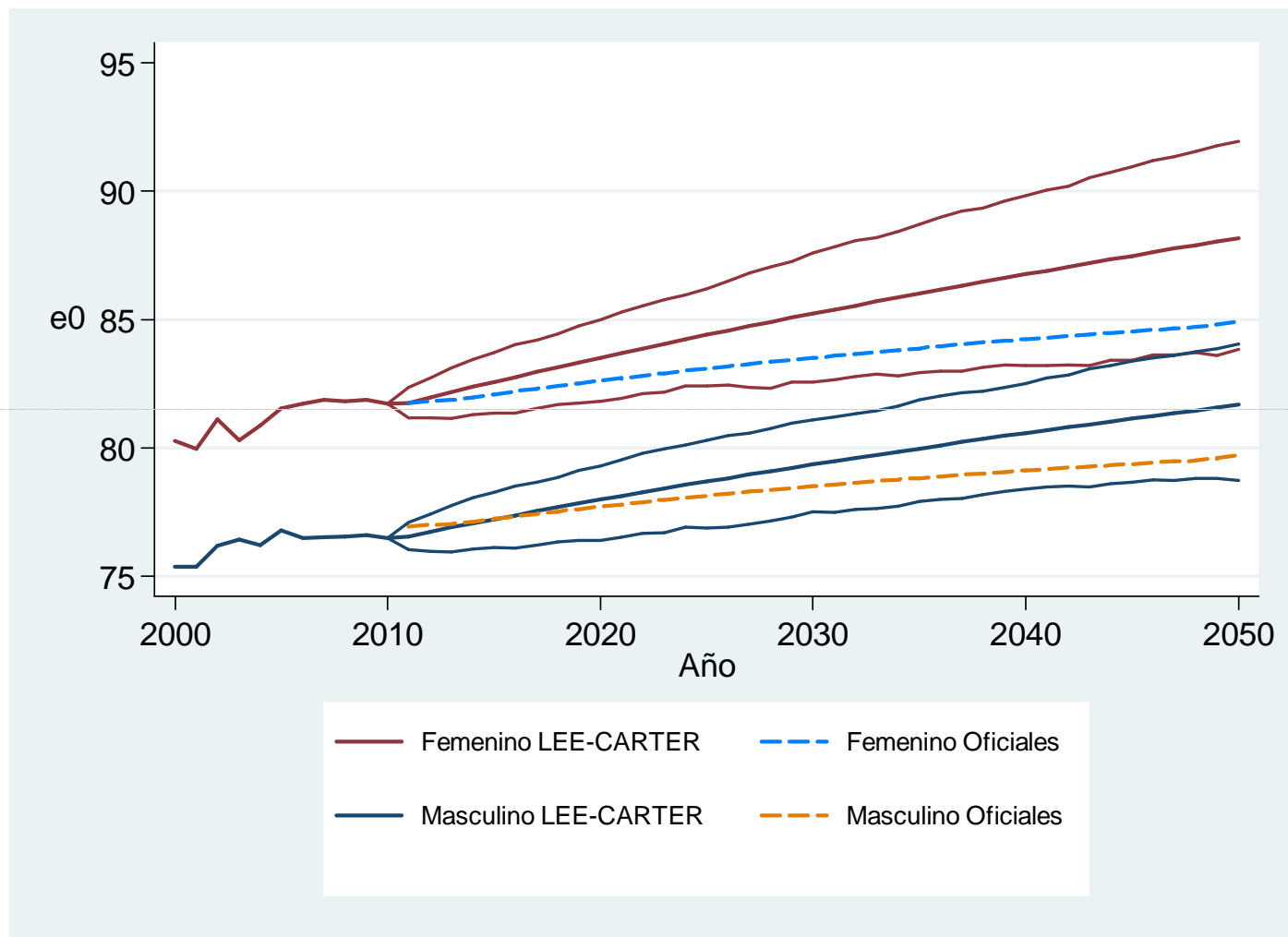
Costa Rica. Valores estimados y proyectados para el índice de mortalidad k según año por sexo. Periodo 1970-2050



Costa Rica. Evolución y proyección de las tasas de mortalidad para algunos grupos de edad en el sexo masculino. Periodo 1970-2050. (Tasas por 100000 habitantes)



Costa Rica. Proyección de la esperanza de vida al nacer según año por sexo y tipo de método utilizado. Periodo 2011-2050



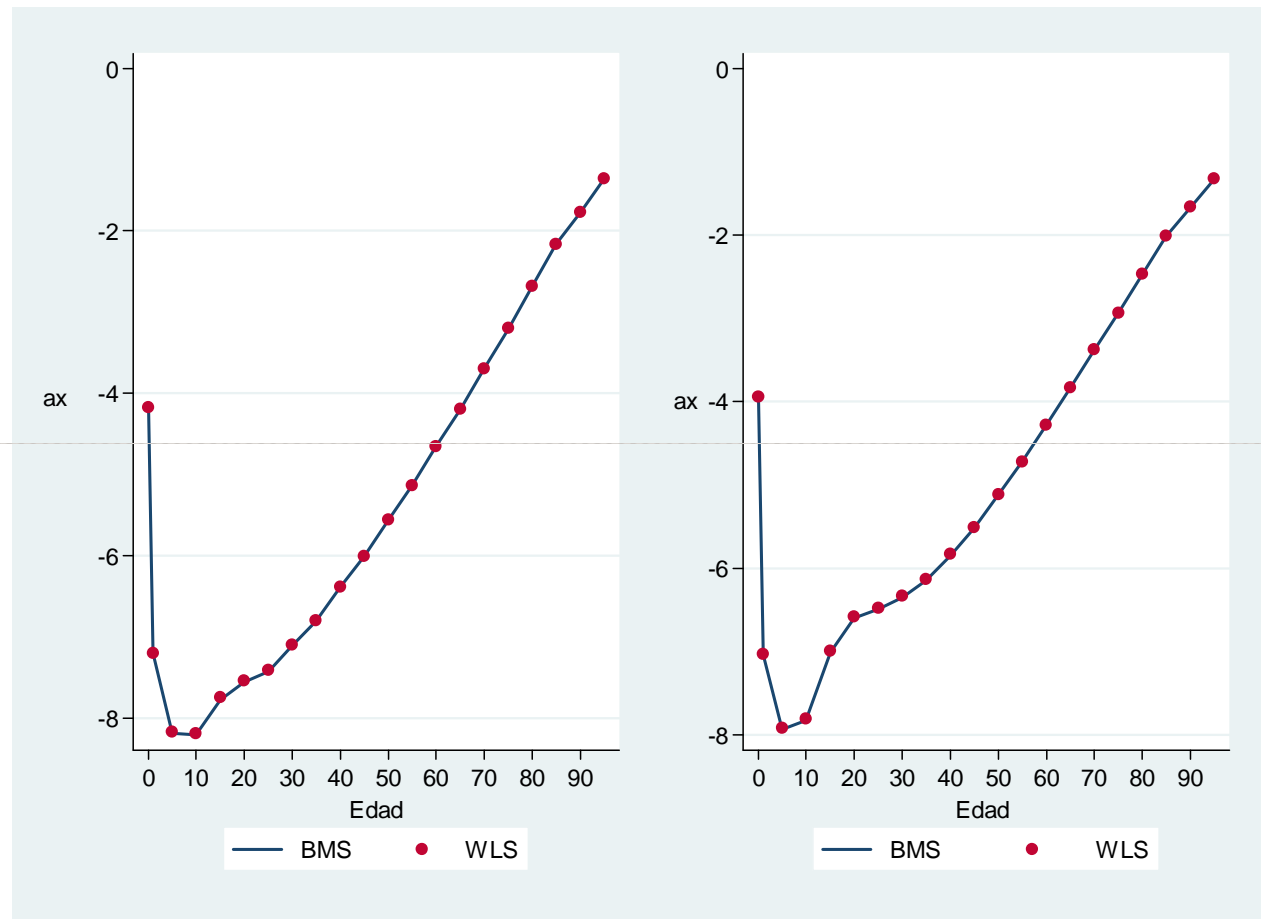
**Estimación del modelo Lee-Carter mediante
mínimos cuadrados ordinarios en comparación
con el uso de mínimos cuadrados ponderados**



Costa Rica. Estimación de valores a_x por sexo y método según grupo de edad. Periodo 1970-2010.

Femenino

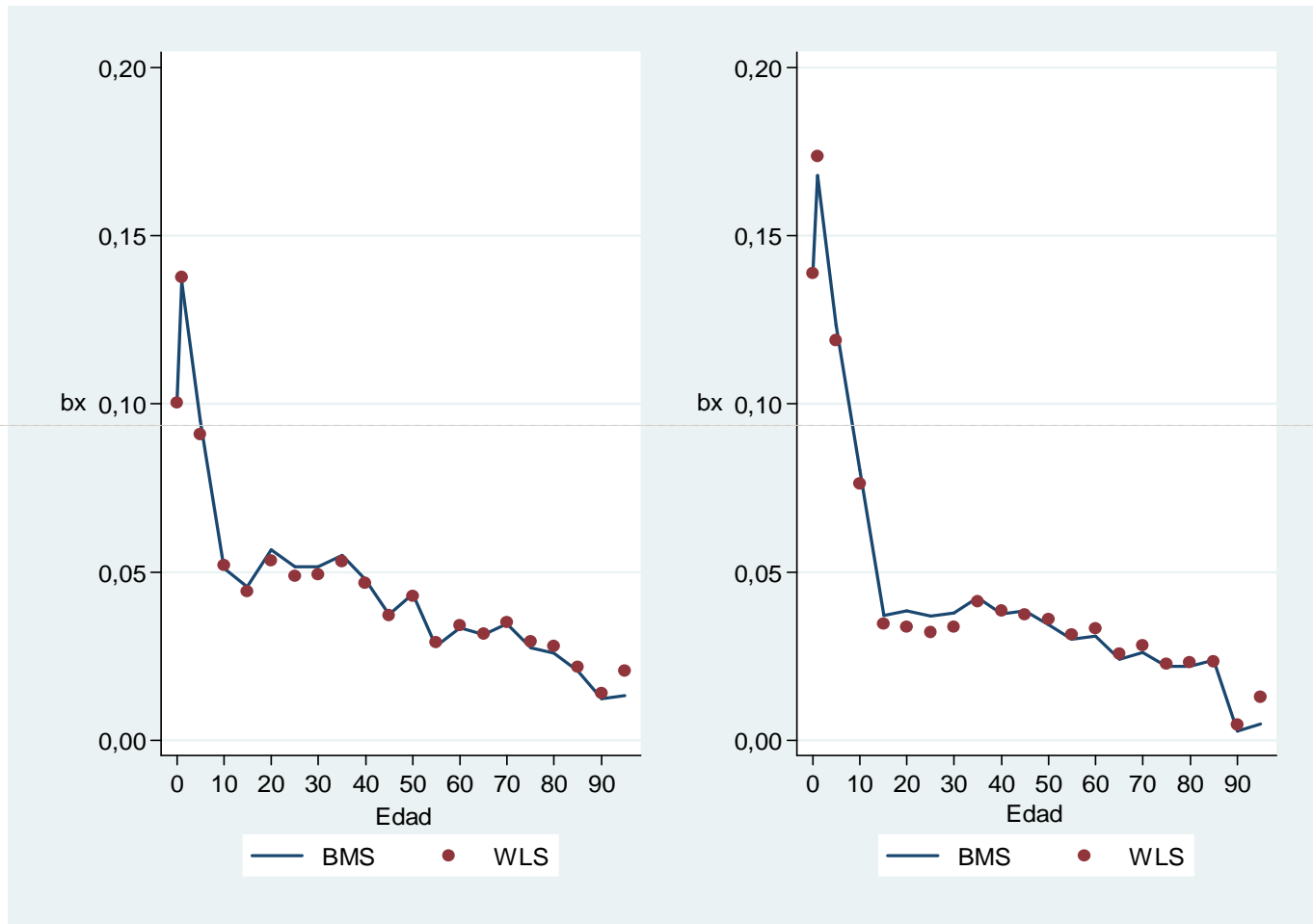
Masculino



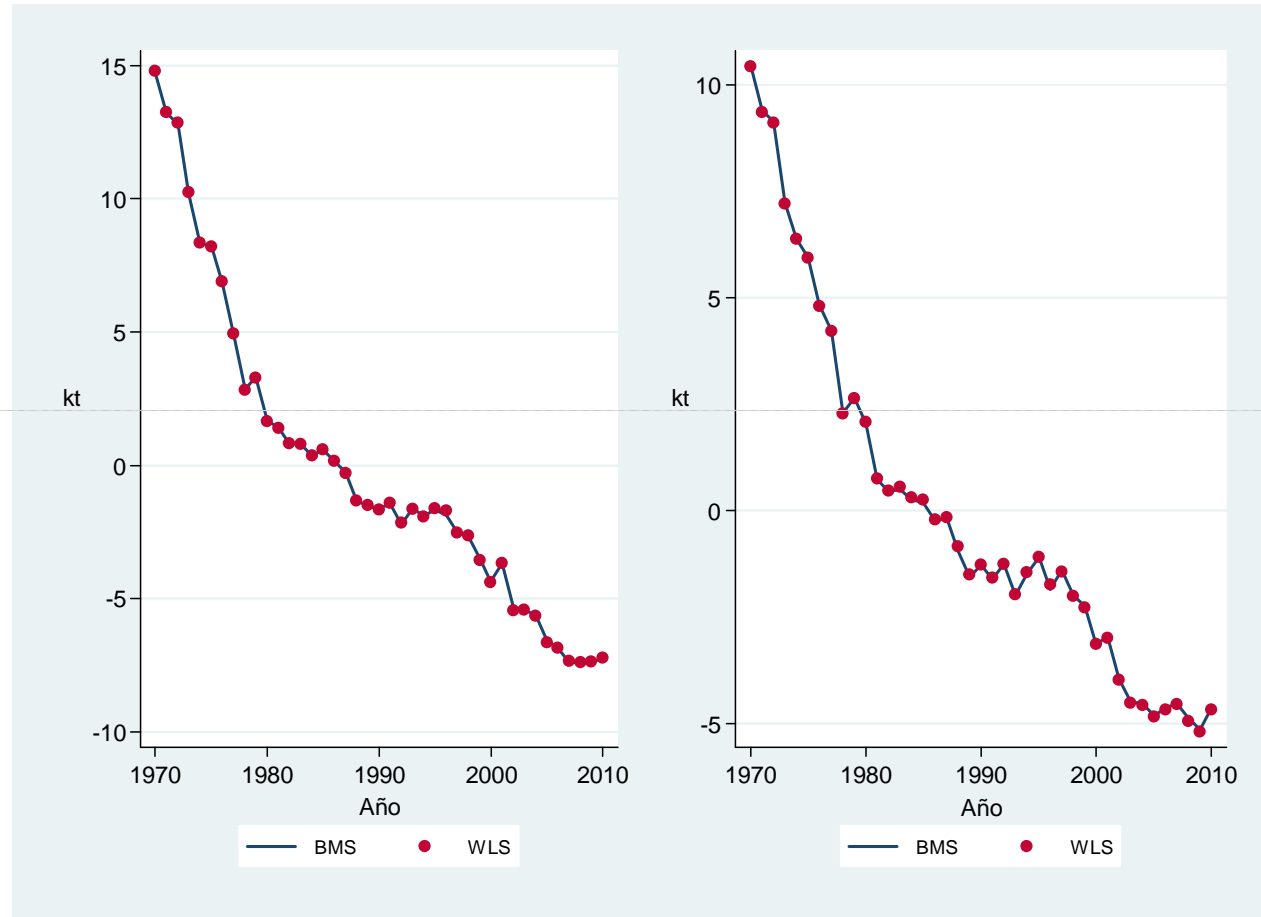
Costa Rica. Estimación de valores b_x por sexo y método según grupo de edad. Periodo 1970-2010.

Femenino

Masculino



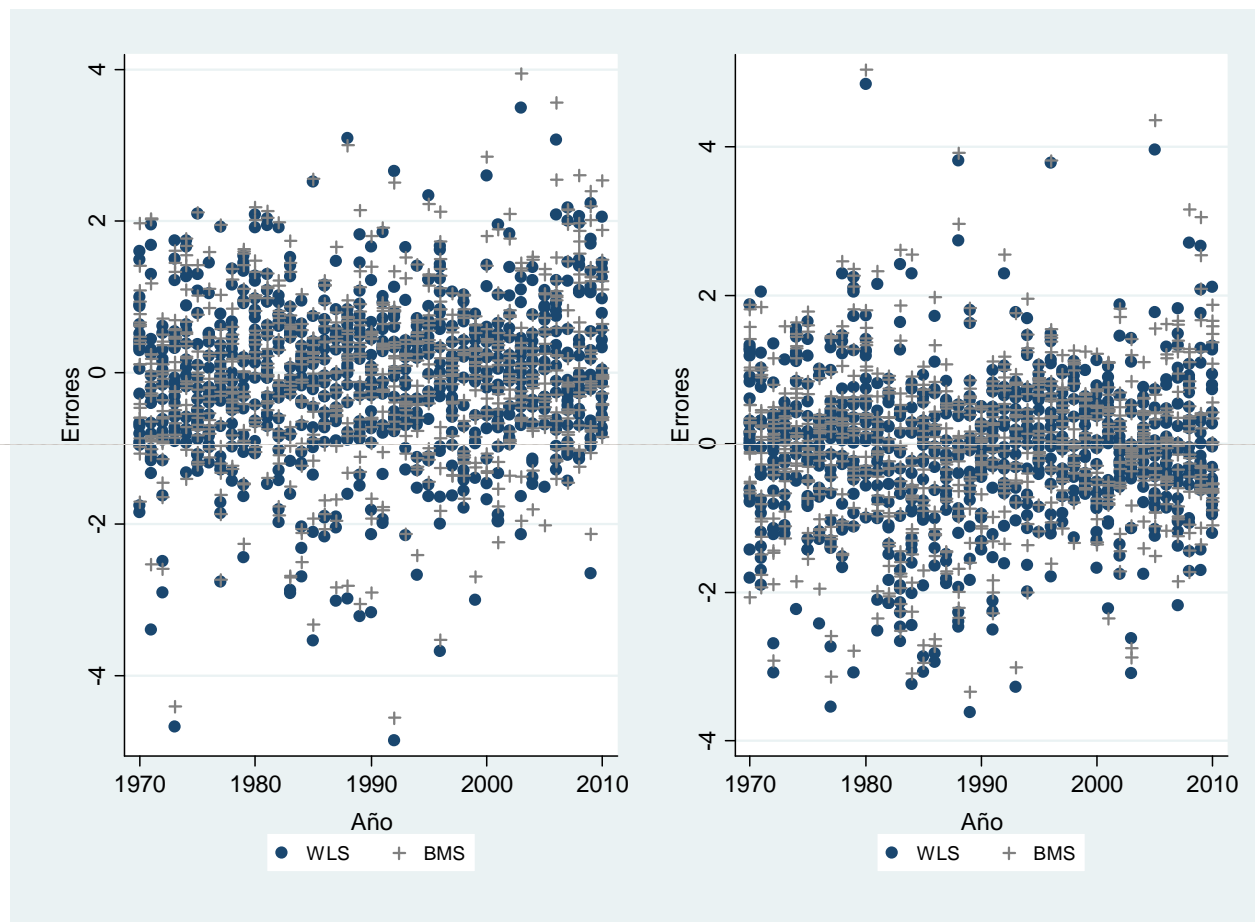
Costa Rica. Estimación del índice de mortalidad k por sexo y método, según año. Periodo 1970-2010.
Femenino **Masculino**



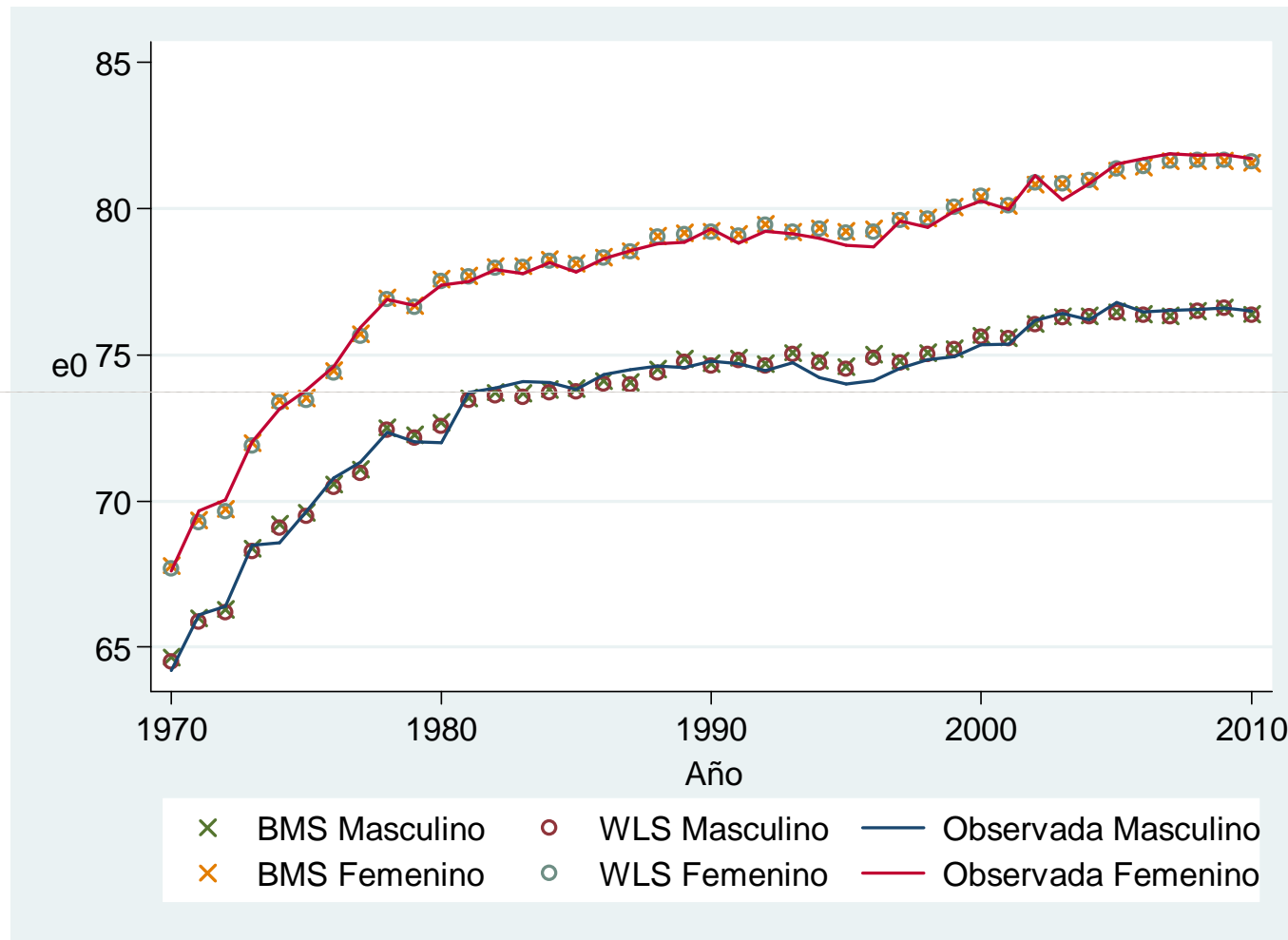
Costa Rica. Residuos estandarizados para la primera estimación k , según año por sexo. Periodo 1970-2010.

Femenino

Masculino



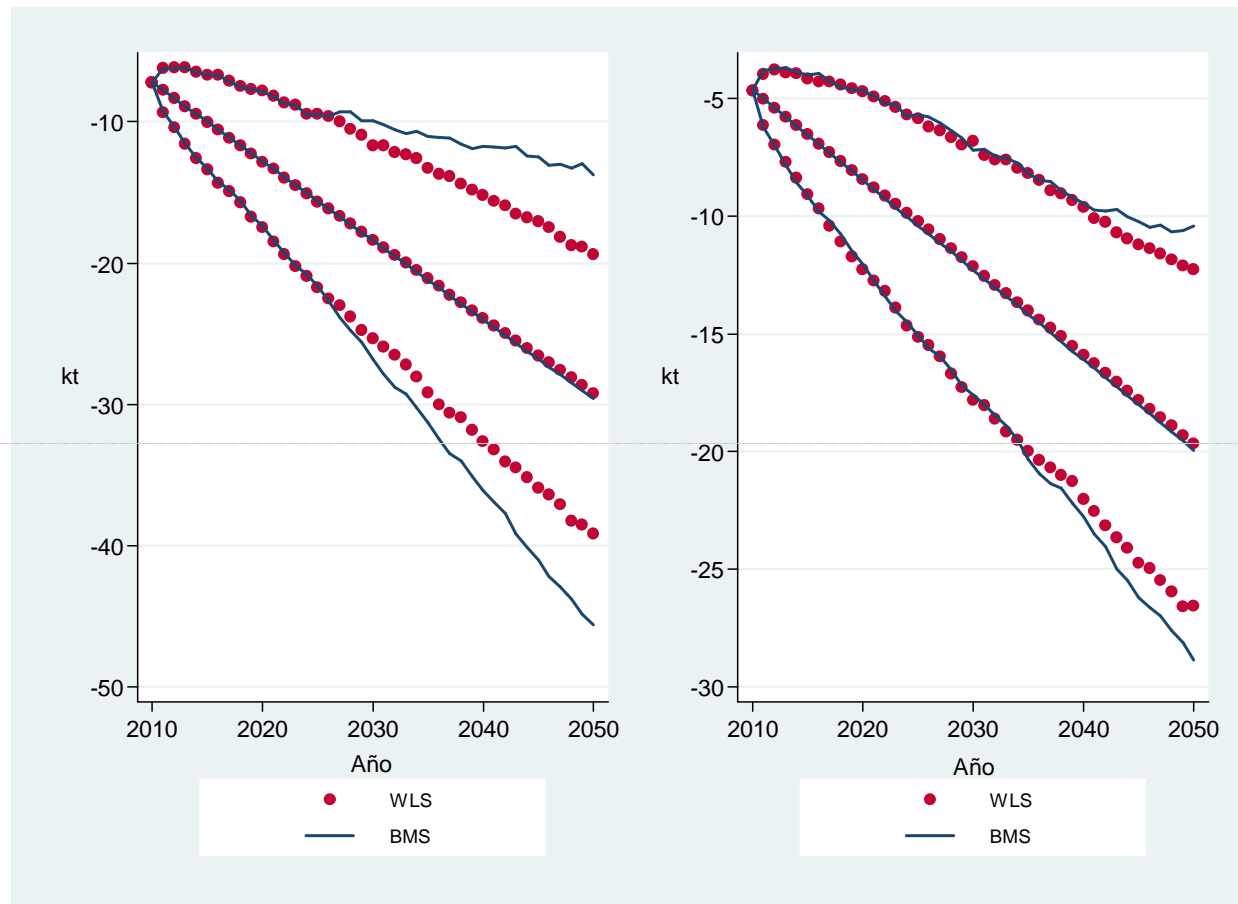
Costa Rica. Esperanza de vida al nacer, según año por sexo. Periodo 1970-2010.



Costa Rica. Valores proyectados para el índice de mortalidad k , según año por sexo. Periodo 1970-2050.

Femenino

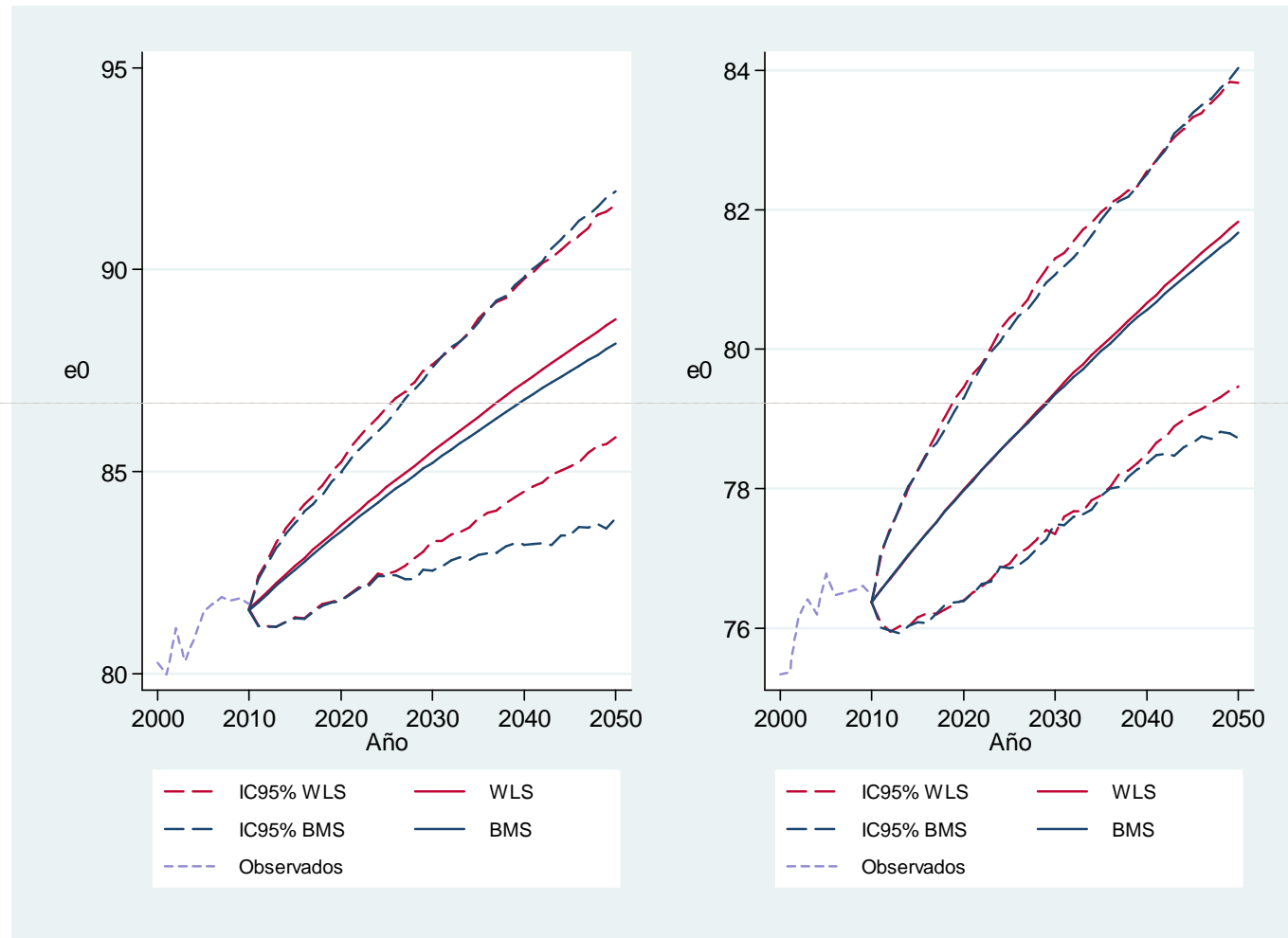
Masculino



Costa Rica. Proyección de la esperanza de vida al nacer, según año por sexo y método. Periodo 2011-2050.

Femenino

Masculino





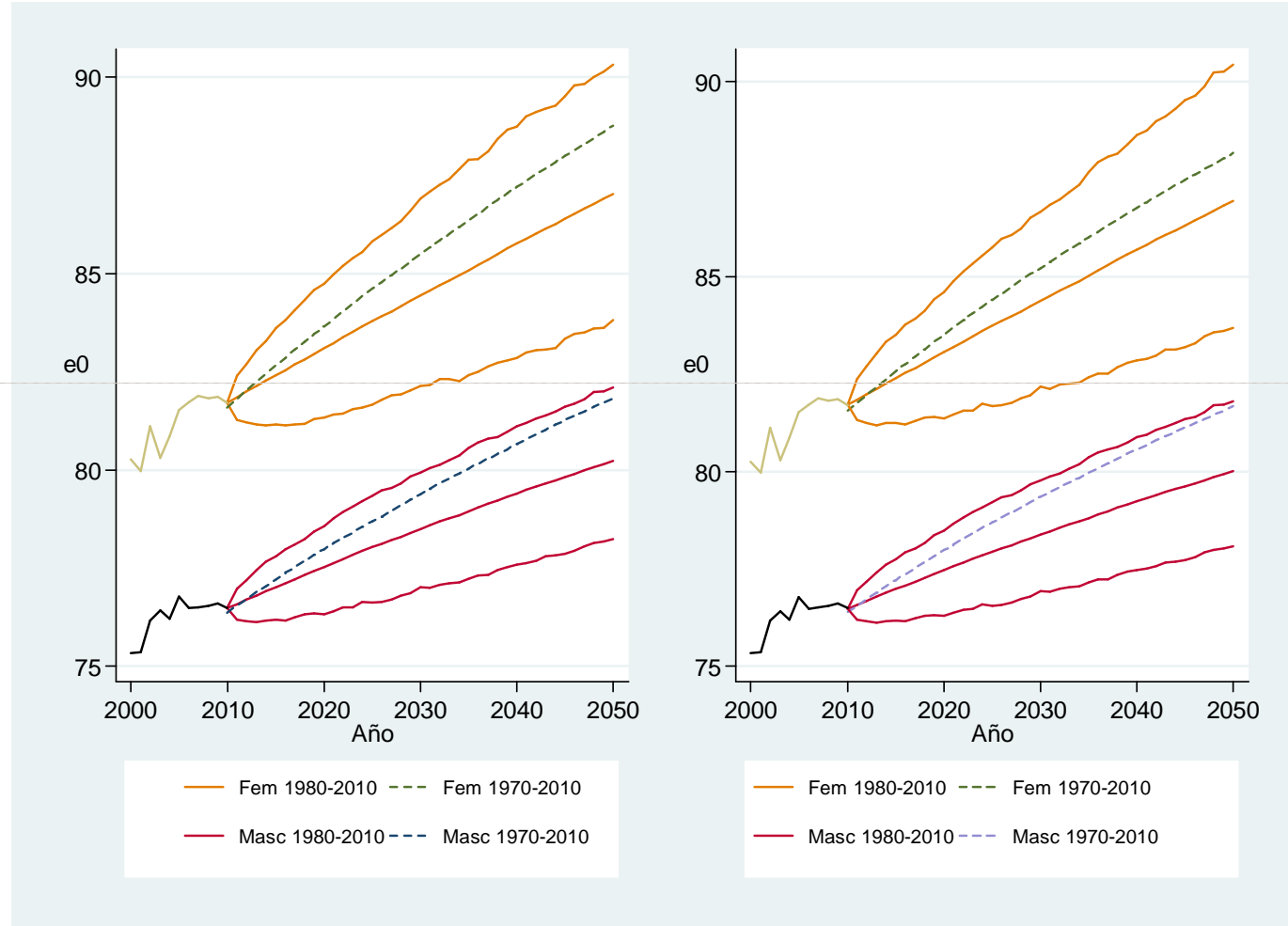
Sensibilidad de la proyección respecto al periodo base utilizado

(posibilidad de sobrestimación en la esperanza de vida cuando el periodo 1970-2010 es considerado base para la estimación)

Costa Rica. Proyección de la esperanza de vida al nacer según año por sexo, método y periodo de estimación. Años 2011-2050.

WLS

BMS



Conclusiones

Identificación inicial de tres componentes principales (96,6%).

Parámetros a , b y k con un comportamiento que corresponde al experimentado normalmente.

Ajustes más favorables, en términos de esperanza de vida, con datos a partir de 1970.

Proyecciones de mortalidad:

permiten incorporar intervalos de confianza superiores a los valores oficiales
comportamiento que parece no ser inusual



Conclusiones

Modelo de extrapolación de tendencias

Cierta fragilidad a las proyecciones según la extensión del periodo de proyección

Conjunto de parámetros que permiten describir la evolución de la mortalidad del país.

Conjunto de medidas que pueden contribuir al estudio de la mortalidad y de sus implicaciones para el desarrollo del país.



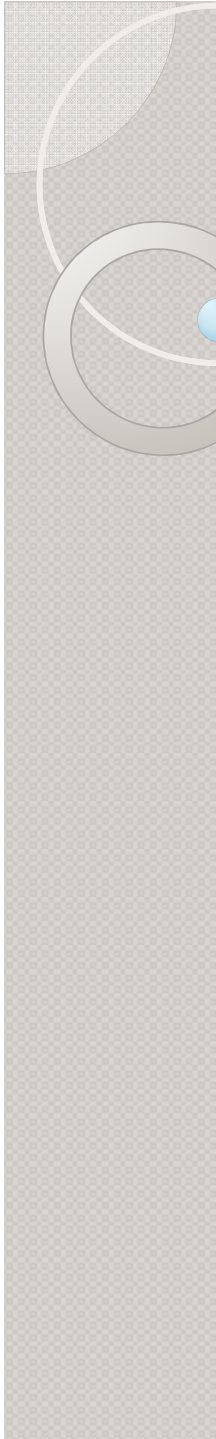
Conclusiones

Base de datos compuesta por dos fuentes distintas

Los resultados del modelo factorial no permiten mostrar aspectos como las relaciones que asocian los componentes extraídos con factores causales de mortalidad.

Modelo Lee-Carter deja de lado diversas adaptaciones o extensiones que ha experimentado la técnica.

Imposibilidad de saber si el modelo predice mejor que los métodos tradicionales de proyección.



Muchas gracias

Metodología

- **Técnicas de estudio (Modelo de Lee y Carter)**

$$a_x = \frac{\sum_t \ln[m(x,t)]}{T}$$

$$\ln[m(x,t)] - a_x \quad (\text{SVD})$$

$$\ln(D_{x,t}) = \ln(N_{x,t}) + \ln(m'_{x,t}) + \varepsilon'_{x,t} \quad (\text{Regresión de Poisson})$$

Modelo ARIMA (0,1,0) (proyecciones)



Metodología

- Técnicas de estudio (Modelo de Lee y Carter)

$$\sum_{xt} d_{xt} (\ln(m_{xt}) - a_x - b_x k_t)^2$$

$$\hat{a}_x = \sum_t d_{xt} (\ln(m_{xt}) - \hat{b}_x \hat{k}_t)$$

$$\hat{b}_x = \frac{\sum_t d_{xt} \hat{k}_t (\ln(m_{xt}) - \hat{a}_x)}{\sum_t d_{xt} \hat{k}_t^2}$$

$$\hat{k}_t = \frac{\sum_x d_{xt} \hat{b}_x (\ln(m_{xt}) - \hat{a}_x)}{\sum_x d_{xt} \hat{b}_x^2}$$

