

Metodología de las Proyecciones de Población 2011-2100.



**GILBERT BRENES CAMACHO
CENTRO CENTROAMERICANO DE POBLACIÓN
ESCUELA DE ESTADÍSTICA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

Orden de la Presentación



- **Introducción**
- **Análisis Funcional de Datos**
- **Metodología para:**
 - Mortalidad
 - Fecundidad
 - Saldo Neto Migratorio Internacional

Introducción



- Disponibilidad del X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda:
 - Entre el 30 de mayo y el 3 de junio de 2011
- Elaboración conjunta por parte del Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC y el Centro Centroamericano de Población CCP, UCR.
- Actualización:
 - Estimaciones: 1970-2011.
 - Proyecciones: 2011-2050

Introducción



- Método demográfico usado:
 - Método de los Componentes del Cambio Demográfico
- Proyecciones probabilísticas en lugar de proyecciones determinísticas: Ventajas:
 - Disminuye (pero no elimina) el impacto del criterio experto.
 - Sustituye las tradicionales hipótesis media, alta y baja por intervalos de confianza estimados estadísticamente.
- Proyecciones probabilísticas son actualmente usadas por la División de Población de Naciones Unidas (Raftery et al., 2012).

Proyecciones Probabilísticas



- Variaciones de las técnicas estadísticas de análisis de series cronológicas y pronósticos para los componentes del cambio demográfico.
- Intervalos de confianza estimados semi-paramétricamente con un 80% de confianza:
 - Intervalos de confianza con probabilidad mayor generan intervalos muy amplios.

Proyecciones Probabilísticas



- Se utiliza del paquete demography de R:
 - Desarrollado por Rob Hyndman (Australia)
 - Combina:
 - ✦ Análisis Funcional de Datos
 - ✦ Método de los Componentes Demográficos
 - ✦ Series Cronológicas
 - ✦ Simulaciones

Análisis Funcional de Datos



- Cada unidad estadística denotada por subíndice i .
- Secuencia de indicadores demográficos: $Y_i(t)$.
- Cada $Y_i(t)$ es considerada una función:
 - Se pretende resumir, describir o analizar una muestra de funciones $Y_i(t)$.

Análisis Funcional de Datos



- Supuestos: Los datos x_{i1}, \dots, x_{in} representan en realidad funciones continuas
- Tienen error de medición (o error observacional)
- Se requiere suavizar la serie de datos para que representen mejor la función.

Análisis Funcional de Datos



- **Suavizamiento:**
 - Implica representar las funciones totales como combinaciones lineales de funciones base.
- **Técnicas de suavizamiento en AFD:**
 - Polinomios de orden k ,
 - series de Fourier,
 - B-splines,
 - Análisis de Componentes Principales

Proyección de la Mortalidad



- Serie de tiempo retrospectiva
- Pronóstico

Mortalidad: Serie retrospectiva



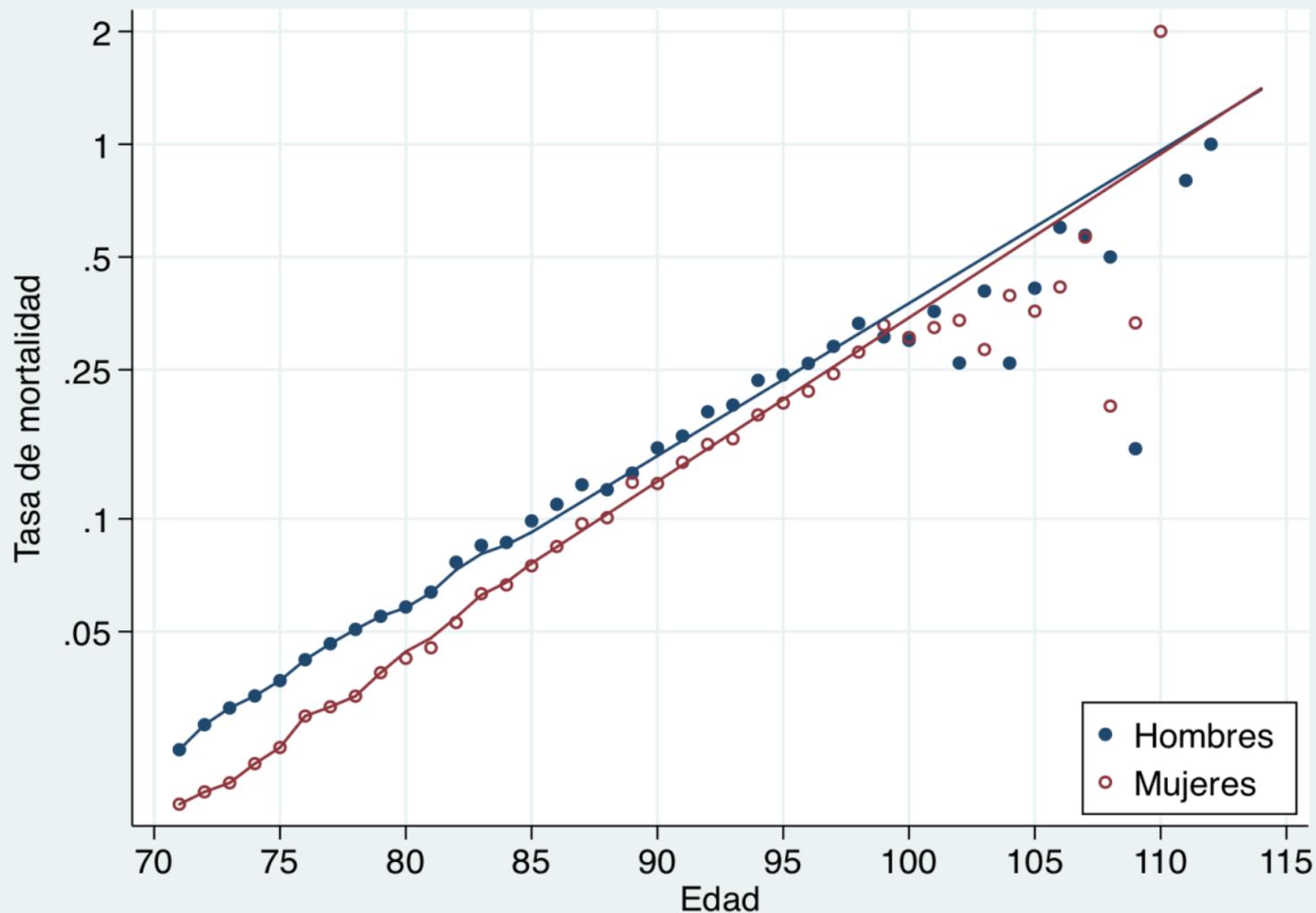
- Fuente: INEC
- Regla de subregistro: subregistro representa el 30% de las defunciones sin certificación médica.
 - En años recientes, corrección es de menos de 1% de las defunciones del periodo 2005-2010.
- Corrección por inscripción tardía: 1,018 (2011), 1,002 (2010), 1,001 (2009).

Mortalidad: Serie retrospectiva



- Desagregación de defunciones de personas de 100 años o más de edad: Registro Civil.
- Estimación m_x en edades avanzadas: Modelo Gompertz y regresión de Poisson:
 - m_x ajustadas para 85 a 114 años.
- Suavizamiento: Regresión local (“lowess”, ancho de banda: 0,1).

Gráfico 1. Ajuste con la función de Gompertz de las tasas de mortalidad a partir de los 85 años de edad. Costa Rica 2005-2010



Mortalidad: Proyección

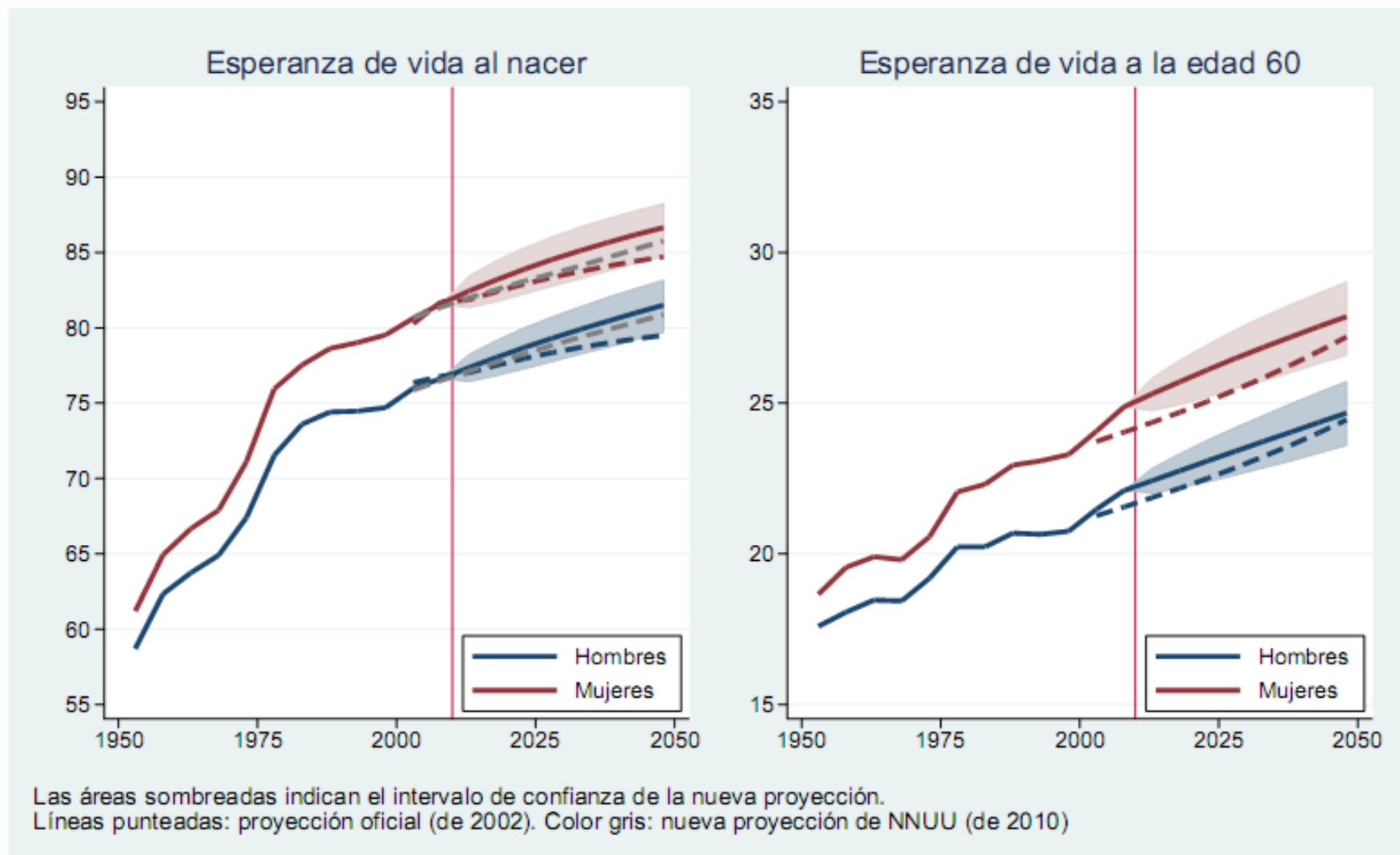


- Método Lee-Carter:

$$\ln(m_{xt}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{xt}$$

- Estimación con modelo ARIMA con caminata aleatoria
- Para más detalles: Tesis de Eduardo Aguilar

Gráfico 3. Proyección al 2050 de la esperanza de vida al nacer y a la edad 60, por sexo



Fecundidad: Serie retrospectiva



- Fuente: INEC
- Nacimientos desde 2007 a 2011:
 - Corregidos por inscripción tardía
- Subregistro:
 - Nacimientos ocurridos entre 1950 y 1974 (Pérez Brignoli, 2010)
 - Ninguna otra corrección por subregistro

Fecundidad: Proyección



- Suavizamiento: Splines cóncavos de regresión.
- Funciones: 6 componentes principales:
 - Primer comp explica 98.6% de la variabilidad
- Serie cronológica de pronóstico:
 - Modelo autorregresivo (de orden 1) estacionario.
 - Otro modelo ARIMA pronosticaba niveles poco creíbles

Tasas crudas y sin suavizar para la estructura de la fecundidad, 2010.

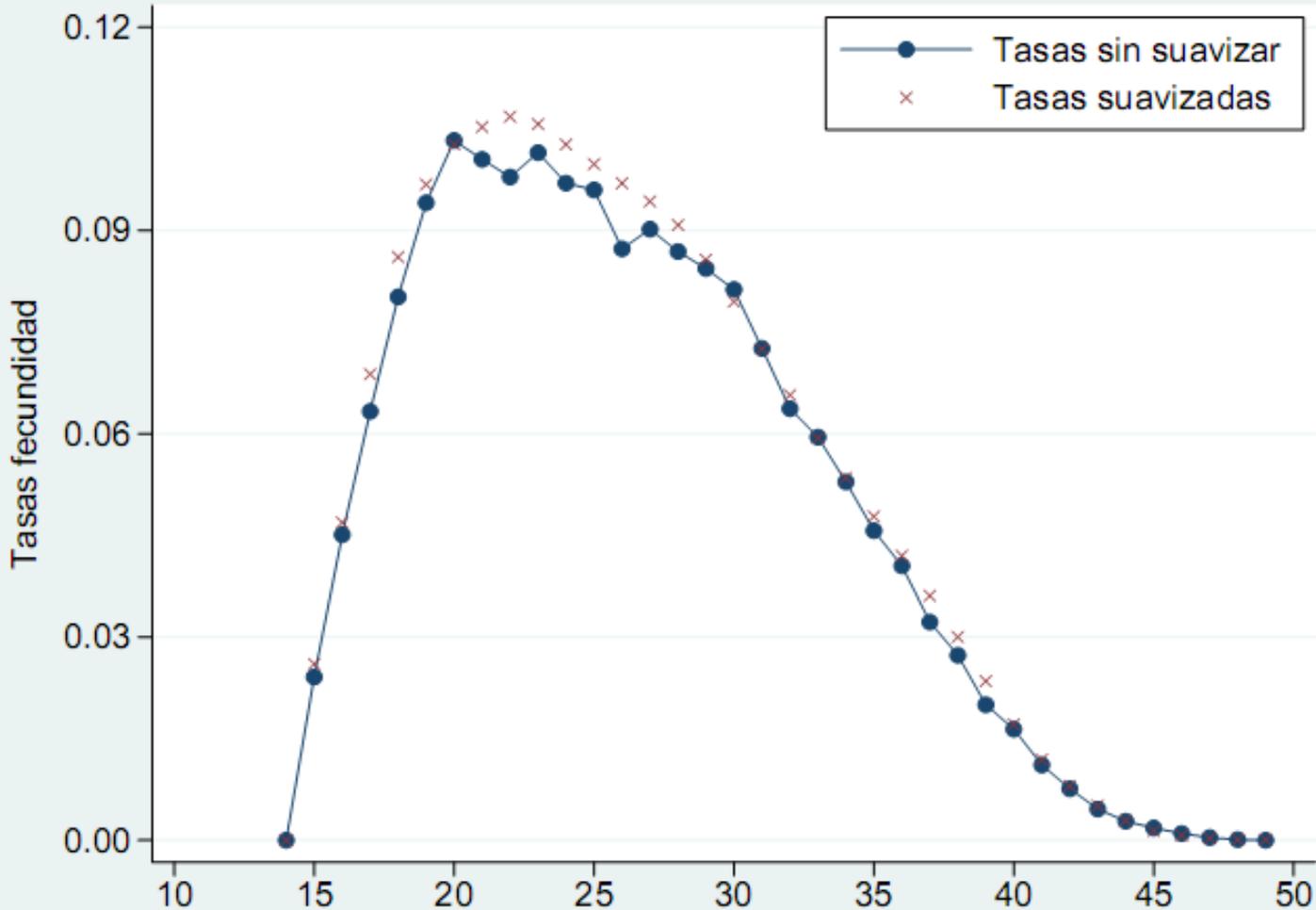
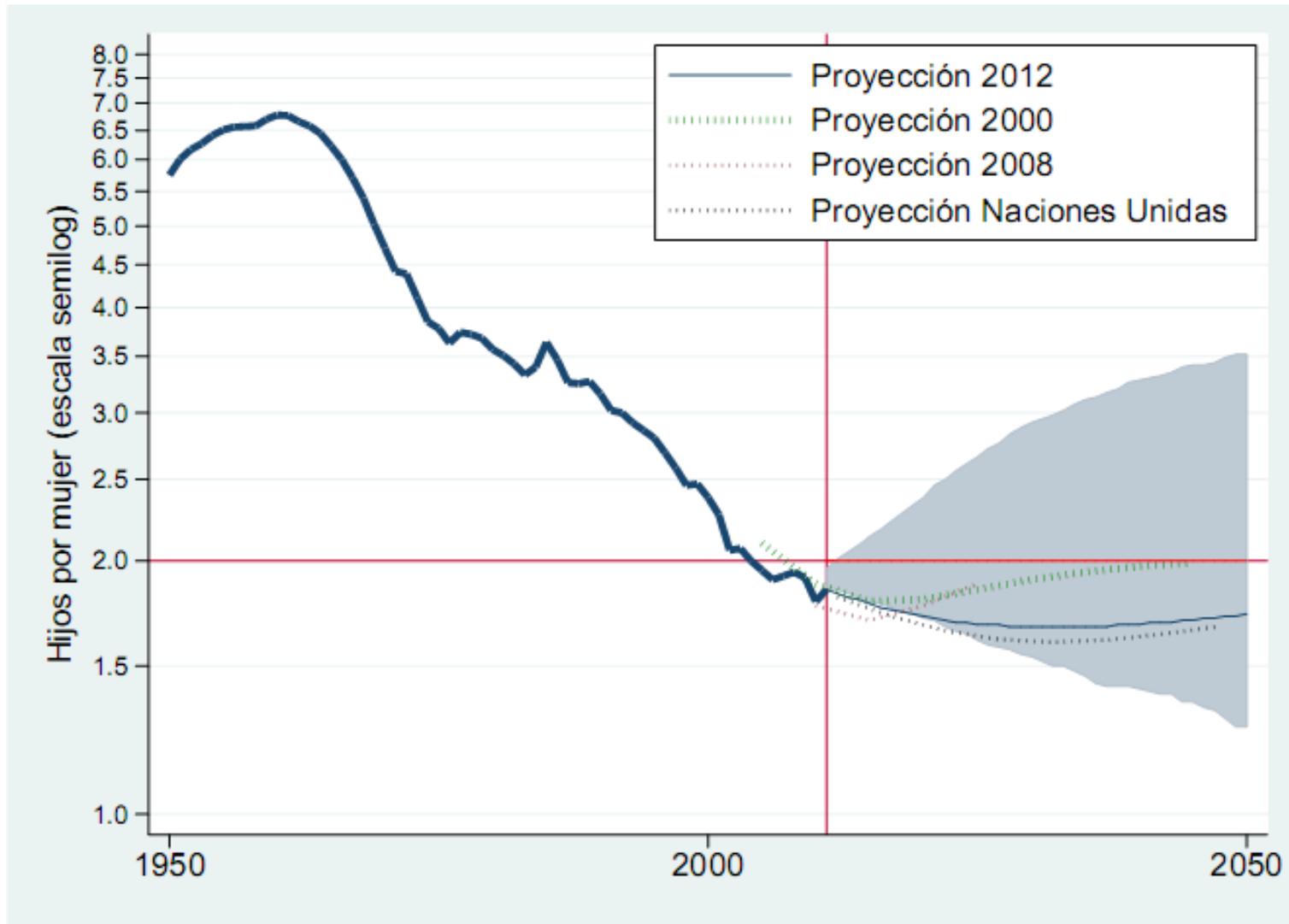


Gráfico 6. Proyección de la Tasa Global de Fecundidad al 2050 y comparación con otras proyecciones de la Tasa Global de Fecundidad (escala semilogarítmica).



Fuente: Las proyecciones de Naciones Unidas se obtuvieron del sitio web de la librería bayesTFR del software estadístico R (Ševčíková, Alkema & Raftery, 2011).

Migración: Serie retrospectiva

- **Período 1950-2000:**
 - Series usadas en las estimaciones y proyecciones del 2001.
- **Período 2000-2011:**
Medición inicial de “stock” de inmigrantes y emigrantes:
 - Inmigrantes: Método de Fecundidad Diferencial
 - Emigrantes: Pareo con información de la Dirección General de Migración y Extranjería.

Cuadro 1. Estimación del saldo neto migratorio para el período 2000-2011, según país de origen.

	Promedio por año (11 años)
Extranjeros¹	
Total	14729
Hombres	6127
Mujeres	8601
Costarricenses²	
Total	-10680
Hombres	-5526
Mujeres	-5154
Total	4049
Hombres	601
Mujeres	3447

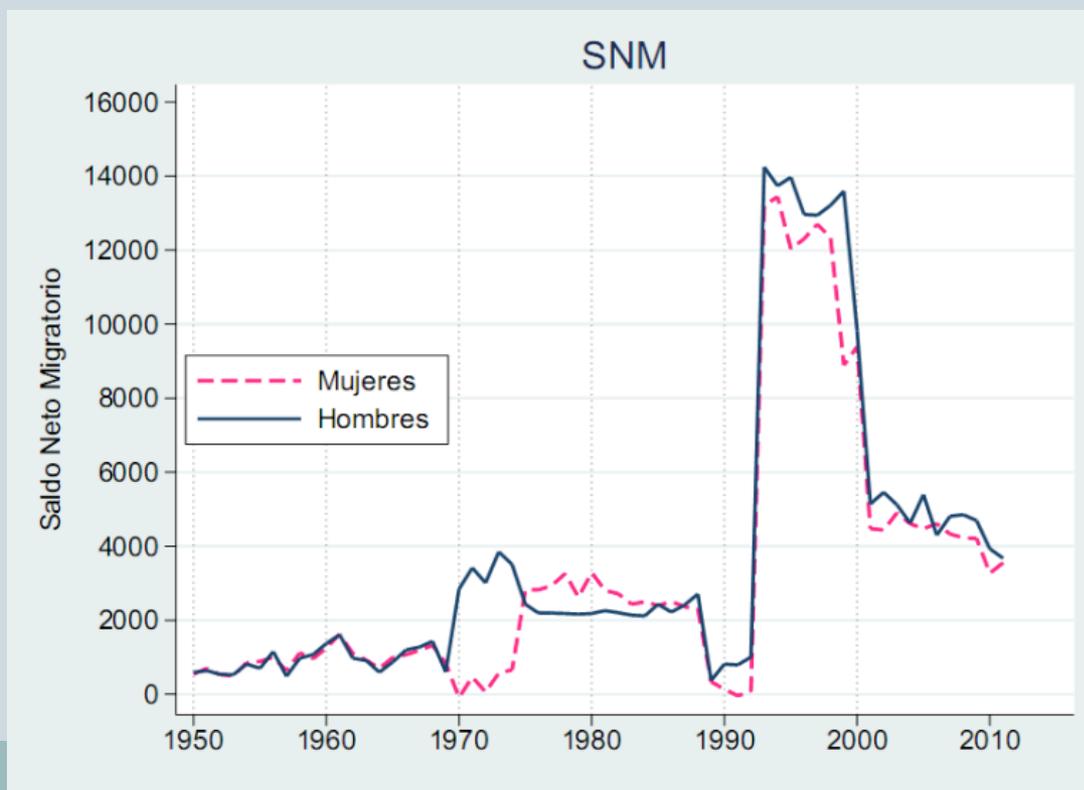
Fuente: ¹ Método de los Niveles Diferenciales de Fecundidad

² Obtenido a partir del procesamiento de datos de entradas y salidas por puestos migratorios de la DGM y E

Migración: Serie retrospectiva

- SNM ajustados para consistencia interna con poblaciones, nacimientos y defunciones.

Gráfico 8. Estimaciones del saldo neto migratorio total, por sexo. Costa Rica, 1950-2011.



Migración: Serie retrospectiva



- Método de Proyecciones “coherentes” (Hyndman, Booth & Yasmeen, 2011).
- Estimar y proyectar dos componentes:
 - $p_t(x)$: el producto, que en realidad es la media geométrica de las tasas demográficas suavizadas de los grupos (hombres y mujeres)
 - $r_{t,j}(x)$: la razón de las tasas de cada grupo entre la media geométrica $p_t(x)$.

Migración: Proyección

Suavizamiento: Regresión cuadrática local ponderada (“loess”)

- Para edades menores a 15, imponer la estructura por edades del censo 2011.
- Estimar 6 funciones por componentes principales:
 - Producto $p_t(x)$: 2 primeros explican el 90.6% y el 6.8% de la variabilidad
 - Razón $r_{t,j}(x)$:

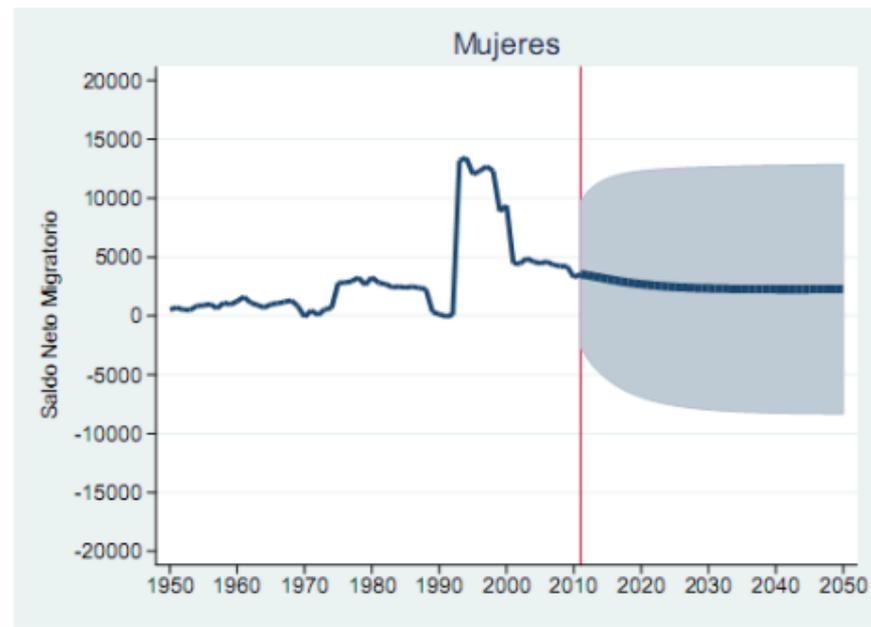
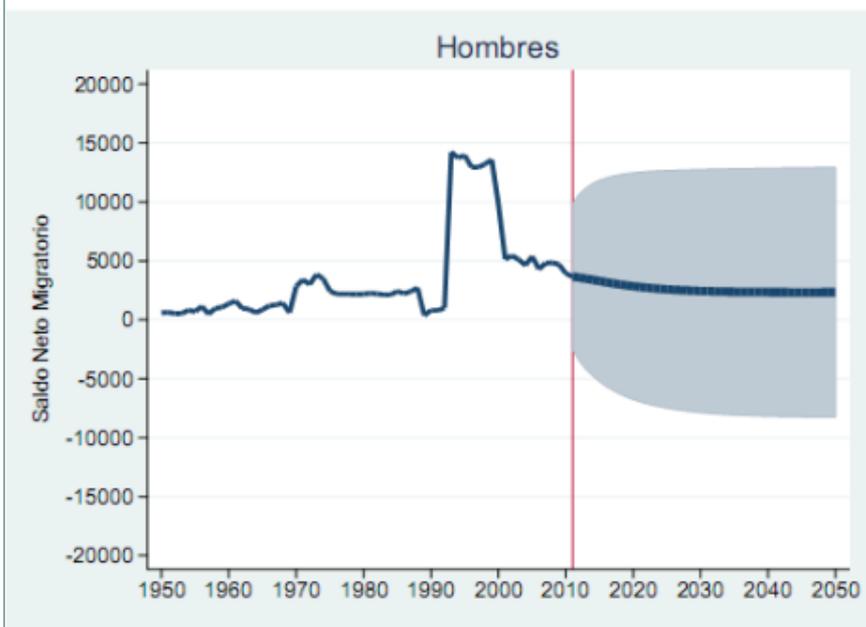
• 56.1%	• 11.3%	• 0.7%
• 17.8%	• 9.3%	• 0.6%

Migración: Proyección



- Serie cronológica de pronóstico:
 - Modelo autorregresivo de orden 1 estacionario.

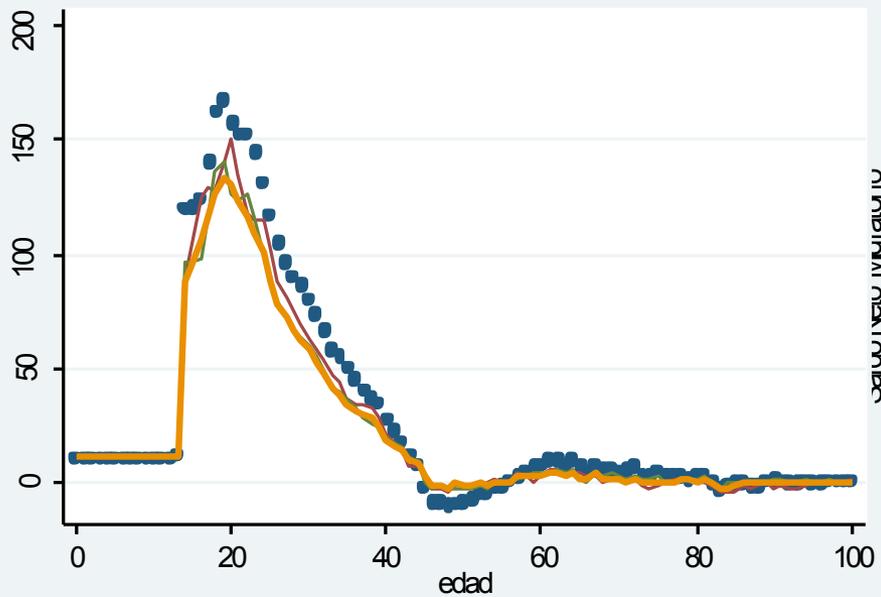
Gráfico 10. Saldos Netos Migratorios totales, por sexo, para Costa Rica: 2011-2060.



Nota: Las áreas sombreadas indican el intervalo de confianza al 80% de la nueva proyección

Gráfico 11. Saldos Netos Migratorios, por sexo y edad, para Costa Rica, 2020, 2030, 2040 y 2050.

Hombres



Mujeres

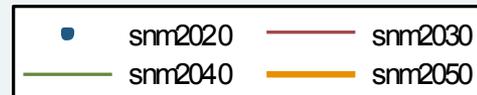
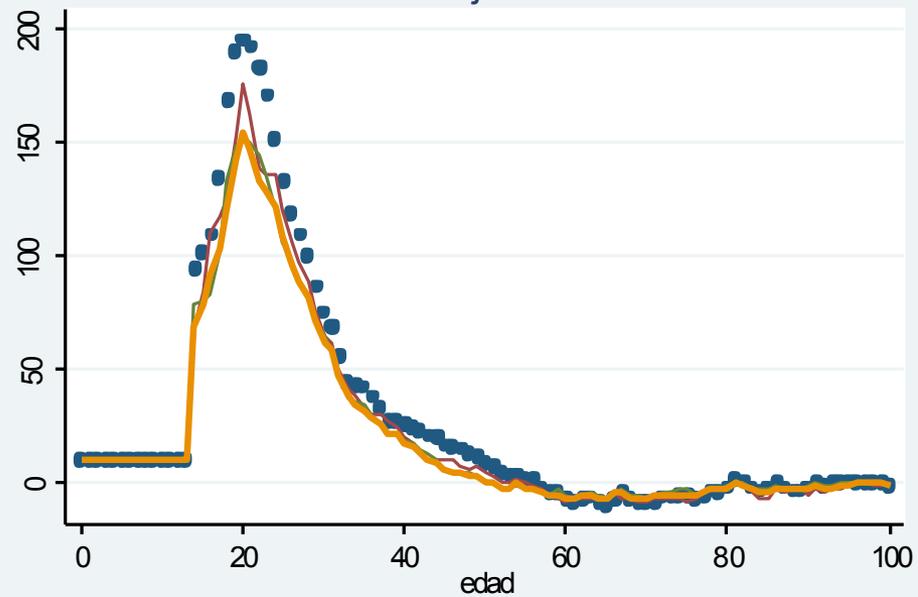


Gráfico 6. Proyección de la población total de Costa Rica, 2011-2050 (Intervalo de confianza del 80%).

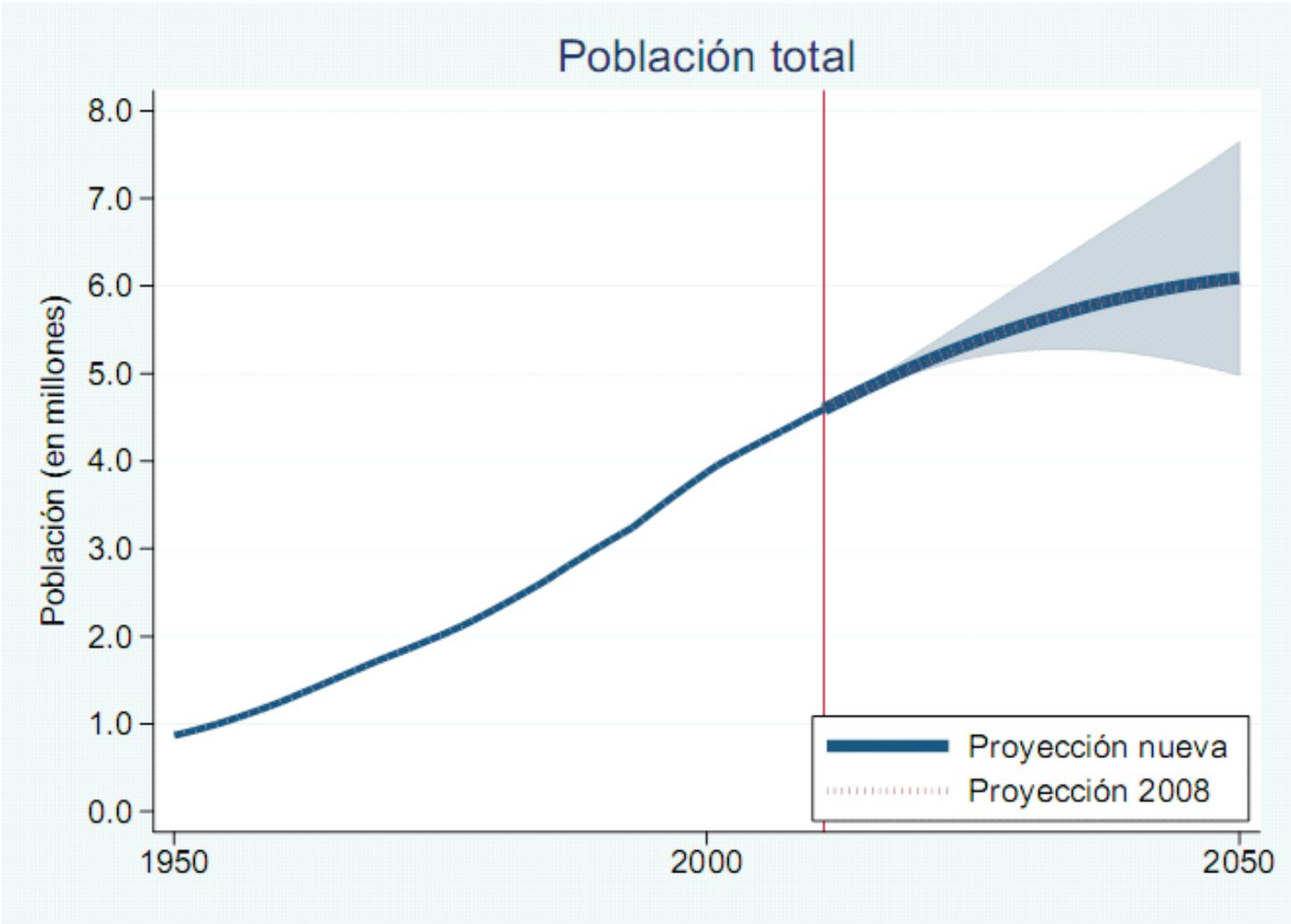
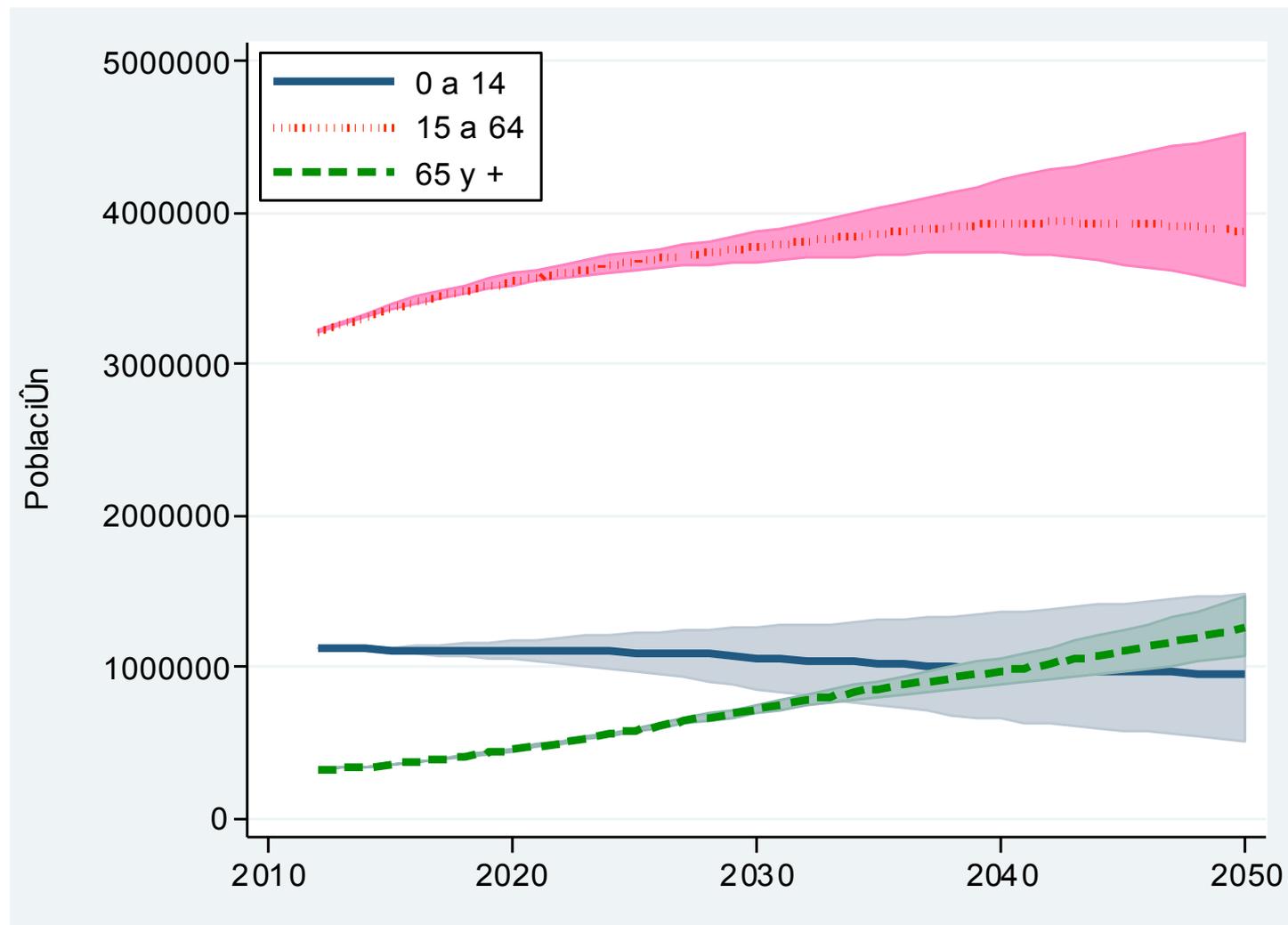


Gráfico 7. Proyección de la población total de Costa Rica, por grupos de edad, 2011-2050.



Resultados Finales



- Si se analiza la proyección por grupos de edad (Gráfico 7), se observa que la población de menores de 15 años decrecerá lentamente, pasando de 1 123 686 en 2012 a un poco más de 956 mil en 2050. La población de 15 a 64 años seguirá creciendo hasta el 2042, impulsada por la fecundidad por encima del reemplazo de las décadas recién pasadas y la inmigración neta, pero empezará a reducirse a partir de esa fecha. Sin embargo, el segmento poblacional que más crecerá corresponderá a los adultos mayores. El tamaño de esta población más que se triplicará en los próximos 40 años, pasando de 316 mil personas en 2012 a 1 262 311 en el 2050. En el 2041 la población adulta mayor sobrepasará en número a la población menor de 15 años.

Muchas Gracias

