

Recuadro 1

Recalibración del crecimiento de largo plazo de los modelos de pronóstico ante el cambio demográfico colombiano

Juan José Ospina
José David Pulido*

1. Introducción

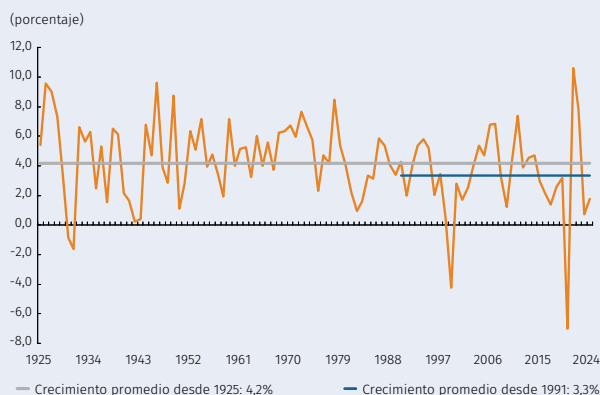
Uno de los insumos centrales para los modelos de pronóstico macroeconómico del Banco de la República es la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía o, en términos técnicos, el crecimiento de estado estacionario. Aquella se define como la tasa a la cual se expande la economía en ausencia de choques, y constituye, por tanto, el punto de referencia al que converge el crecimiento del producto interno bruto (PIB) en el largo plazo. En ocasiones, dependiendo de los choques que hayan afectado a la economía, esta convergencia puede ocurrir más allá del horizonte de pronóstico¹.

Los dos modelos actualmente utilizados por el equipo técnico —Patacon y 4GM (véase González *et al.*, 2011, y González *et al.*, 2020, respectivamente)— calibran este parámetro en el 3,3%, una cifra alineada con la tasa de crecimiento anual promedio de la economía colombiana en las últimas tres décadas (Gráfico R1.1). No obstante, el nuevo panorama demográfico del país, marcado por una caída persistente de la natalidad y un envejecimiento de la población más acelerado que el previsto hace una década, sugiere una desaceleración estructural en la acumulación del trabajo efectivo, uno de los principales motores del crecimiento económico.

Este fenómeno, que trasciende el caso colombiano y refleja una tendencia global, obliga a revisar el valor del crecimiento de estado estacionario, no solo para los modelos de pronóstico actualmente en uso, sino también para la nueva generación de modelos en desarrollo (Ávila-Montealegre *et al.*, 2025; Grajales-Olarte *et al.*, 2025; Ramos-Velozza *et al.*, 2025).

En este recuadro se presentan los fundamentos conceptuales y las estimaciones cuantitativas que sustentan la actualización del crecimiento de largo plazo a un valor del 2,65% anual. Esta cuantificación forma parte de un estudio más amplio sobre los efectos macroeconómicos del cambio demográfico que el Banco de la República publicará en 2026 en la revista *Ensayos de Política Económica* (Jaramillo *et al.*, 2026).

Gráfico R1.1
Crecimiento anual del PIB



Fuente: cálculos del Banco de la República.

* Los autores son, en orden, subgerente de Política Monetaria e Información Económica y jefe asesor en el Departamento de Modelos Macroeconómicos, del Banco de la República. Las opiniones aquí expresadas son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan las de la institución ni la de su Junta Directiva.

¹ En general, es posible que el crecimiento de largo plazo de la economía no coincida con el crecimiento potencial de corto plazo, el cual puede estar afectado por choques de oferta transitorios con diferentes grados de persistencia.

2. Marco conceptual

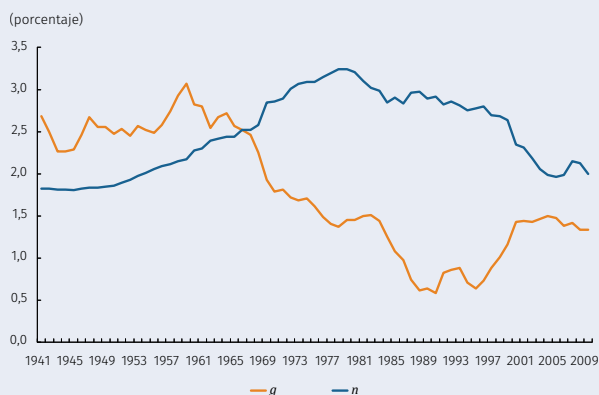
La teoría del crecimiento económico postula que el producto de largo plazo de una economía está determinado por la acumulación de sus factores de producción (es decir, por la cantidad agregada de capital, trabajo, etc.), así como por la eficiencia con la que estos se combinan para generar producción (esto es, la productividad de dichos factores productivos). El modelo más estilizado en la teoría del crecimiento (Solow, 1956; Swan, 1956) plantea que, incluso cuando se consideran múltiples factores productivos², el crecimiento del producto en estado estacionario converge a la suma de dos componentes: la tasa promedio de crecimiento del trabajo (denotada como n y la tasa promedio de crecimiento de la productividad laboral (el producto por trabajador, denotado como g)³.

En la práctica, dichas tasas promedio se suelen medir en ventanas de tiempo (que incluyen tanto periodos pasados como prospectivos) lo suficientemente largas para aislar la oscilación cíclica de la economía. Utilizando datos del PIB y de las horas efectivamente trabajadas por los ocupados, recopilados y empalmados para los últimos cien años⁴, el Gráfico R1.2 ilustra la evolución de n y de g calculados en ventanas móviles de treinta años⁵; esto es, cada punto en la gráfica corresponde al promedio correspondiente de la ventana de treinta años centrada en el año indicado.

El Gráfico R1.2 muestra que, desde comienzos de los años ochenta, n ha venido reduciéndose de manera sostenida, en línea con el menor ritmo de crecimiento de la población y con reducciones persistentes en el número de horas trabajadas por ocupado. Esto ha ocurrido, incluso, a pesar del incremento en la tasa de participación laboral derivado de la creciente incorporación de las mujeres al mercado de trabajo. En cuanto a g , se identifican tres regímenes diferenciados: uno con un crecimiento cercano al 2,5% hasta mediados de los años sesenta; un segundo con una tendencia decreciente hasta finales de los noventa, y un tercero, vigente en lo corrido del siglo XXI, en el que el crecimiento de la productividad laboral se ha mantenido relativamente estable, y que oscila alrededor de un 1,4% anual.

El cambio demográfico, entendido como la transición de un régimen de altas tasas de natalidad y mortalidad a otro de bajas tasas, implica una transformación en la estructura etaria de la población, en particular, un proceso de envejecimiento poblacional⁶. Si bien esta transición

Gráfico R1.2
Componentes observados del crecimiento de estado estacionario^{a/}



a/ El Gráfico muestra los promedios móviles centrados en ventanas de 30 años del crecimiento del factor trabajo (total horas trabajadas, n), y de la productividad laboral (g) donde se usan solamente datos observados. Así, por ejemplo, el dato de 2009 corresponde al promedio de la ventana 1994-2024. Fuente: cálculos del Banco de la República.

- 2 El modelo original de Solow-Swan considera dos factores productivos: capital y trabajo. El modelo se puede extender para considerar más factores productivos, como por ejemplo capital humano (Mankiw *et al.*, 1991). Sin embargo, el crecimiento de estado estacionario sigue siendo el mismo. Esto ocurre porque, para garantizar un crecimiento de estado estacionario constante, la productividad debe aumentar el factor trabajo (en términos técnicos, ser neutral en el sentido de Harrod; véase Uzawa, 1961).
- 3 Si bien a primera vista esta descomposición luce tautológica, los determinantes que explican cada componente son de origen distinto y, por tanto, se suelen estudiar de manera separada.
- 4 El análisis utiliza como fuente principal la base de datos construida por el Banco de la República con motivo de su centenario (disponible en <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas-economicas/series-estadisticas-historicas-colombia>), así como empalmes propios basados en las estadísticas laborales de la ENH, ECH y GEIH del DANE, y los cálculos del Greco (1999), con base en Flórez (1998).
- 5 La literatura encuentra distintas estimaciones sobre la duración promedio de los ciclos económicos en Colombia, que oscilan entre 6,8 años (Alfonso *et al.*, 2014) y 10,1 años (Arango *et al.*, 2025). Así, independientemente del valor puntual de la duración del ciclo, ventanas de treinta años aseguran que los promedios no estén sesgados por una sola fase del ciclo económico. Este tamaño de ventana es, además, consistente con lo que emplea la literatura: por ejemplo, Rao (2010) utiliza ventanas entre veinte y treinta años para medir variables en estado estacionario, por lo que nuestras ventanas se ubican, incluso, en su cota superior.
- 6 Para una descripción detallada del fenómeno y sus implicaciones, véase Lee (2003).

puede incidir en el crecimiento de la productividad laboral —es decir, en el valor de g (véanse, por ejemplo, Lee y Mason, 2009; Bloom *et al.*, 2010)—, su efecto más significativo se manifiesta en la dinámica de la fuerza laboral efectiva, esto es, en el valor esperado de n en los años venideros⁷. En consecuencia, a continuación se presentan dos metodologías diferenciadas para proyectar los valores de n y de g en los próximos veinte años. En el caso de n , el cambio demográfico incide de manera explícita, y su estimación se construye a partir de las proyecciones de población del DANE por grupos etarios, complementadas con supuestos sobre la evolución de los principales indicadores del mercado laboral. Por su parte, los valores de g se pronostican de manera exógena, utilizando técnicas econométricas.

3. Metodologías de proyección

En lo que respecta a n , el crecimiento promedio de las horas trabajadas por los ocupados (denotadas como H), se calcula como el promedio centrado en la ventana móvil de treinta años de H_t , donde estas últimas se proyectan siguiendo la identidad:

$$H_t = PET_t \times TGP_t \times (1 - TD_t) \times \bar{h}_t$$

En la que PET_t corresponde a la población en edad de trabajar, TGP_t a la tasa de participación laboral, TD_t a la tasa de desempleo —por lo que $PET_t \times TGP_t \times (1 - TD_t)$ corresponde al total de ocupados—, y \bar{h}_t al número de horas promedio trabajadas por los ocupados en el año. Cada uno de estos componentes se proyecta de forma individual. La PET_t se obtiene con las proyecciones demográficas del DANE a partir de los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) de 2018⁸. La TGP_t y la TD_t se simulan considerando la composición por distintos grupos etarios i de las mismas proyecciones del DANE, que tienen en cuenta el envejecimiento poblacional, siguiendo la fórmula:

$$x_t = \sum_i s_{t,i} \bar{x}_i, \text{ para } x = TGP \text{ o } TD$$

Donde \bar{x}_i es la tasa promedio del grupo etario i en los últimos diez años (excluyendo la pandemia⁹) y $s_{t,i}$ es la proporción del grupo etario i en la PET_t . Así, el supuesto implícito es que los indicadores laborales de cada grupo etario se mantienen estables a los valores promedio de la última década¹⁰. Finalmente, para la variable \bar{h}_t , dado que en 2023 y 2024 el promedio de horas trabajadas para todos los ocupados registró caídas anuales —las cuales, en el segmento formal, pudieron estar asociadas al cambio regulatorio introducido por la Ley 2101 de 2021 que redujo en una hora anual la jornada laboral— se proyecta una nueva reducción en sus niveles para 2025 y 2026 (puesto que dicha Ley contempla reducciones adicionales de dos horas anuales), proporcionalmente similar a la observada en la serie de horas totales en 2023 y 2024. A partir de 2027 se supone que \bar{h}_t se mantiene constante.

En lo que respecta a g (el crecimiento promedio de la productividad laboral), se sigue la metodología de Ochsner *et al.* (2024), quienes emplean filtros estadísticos para aislar las fluctuaciones cíclicas de las tendencias de largo plazo de la productividad y proyectarlas en horizontes largos. En particular, para el pronóstico puntual de la productividad se utiliza el modelo econométrico de Chan *et al.* (2018), el cual tiene una especificación altamente flexible (permite, por ejemplo, parámetros y volatilidad variables en el tiempo, así como el uso de series externas de referencia) y se estima mediante *métodos bayesianos*. Denotando el

7 La evidencia empírica respalda esta relación: por ejemplo, Aksoy *et al.* (2019), utilizando un panel de países, encuentran que la composición demográfica tiene efectos macroeconómicos significativos y persistentes. En particular, una mayor proporción de población en edad de trabajar se asocia con tasas más altas de crecimiento del PIB per cápita.

8 Dichas proyecciones de población fueron actualizadas en 2023 para reflejar el efecto de la pandemia del covid-19 en los distintos componentes demográficos (fecundidad, mortalidad y migración).

9 La pandemia del covid-19 generó una disrupción transitoria y abrupta de los niveles de los indicadores laborales, más marcada incluso que la registrada por la actividad económica (Bonilla *et al.*, 2019), lo que distorsiona el cálculo de los promedios. Para un resumen de los principales márgenes de ajuste del mercado laboral durante este periodo, véase Pulido *et al.* (2024).

10 Conviene señalar que algunas fuerzas estructurales que han impulsado tendencias persistentes de los indicadores laborales en las últimas décadas —como la incorporación de la mujer al mercado laboral o los efectos de composición asociados con la migración interna hacia las ciudades (que presentan mayores tasas de ocupación, participación y desempleo)— se han venido agotando. La brecha de género en participación, por ejemplo, se ha mantenido relativamente estable en los últimos diez años, y las tasas de desempleo actuales son muy similares entre los dominios urbano y rural. En este contexto, el supuesto de estabilidad en los indicadores laborales por grupo etario, usando los promedios de los últimos diez años (sin pandemia), resulta razonable.

crecimiento anual de la productividad laboral como y , el modelo de Chan *et al.* (2018) especifica:

$$\begin{aligned}
 y_t - y_t^* &= b_t(y_{t-1} - y_{t-1}^*) + v_t, \\
 z_t &= d_{0t} + d_{1t}y_t^* + \varepsilon_{z,t} + \psi\varepsilon_{z,t-1}, \quad \varepsilon_{z,t} \sim N(0, \sigma_z^2), \\
 y_t^* &= y_{t-1}^* + u_t, \\
 b_t &= b_{t-1} + \varepsilon_{b,t}, \quad \varepsilon_{b,t} \sim TN(0, \sigma_b^2), \\
 d_{it} - \mu_{d_i} &= \rho_{d_i}(d_{i,t-1} - \mu_{d_i}) + \varepsilon_{d_i,t}, \quad \varepsilon_{d_i,t} \sim N(0, \sigma_{d_i}^2), \quad i = 0, 1, \\
 v_t &= \lambda_{v,t}^{0.5} \varepsilon_{v,t}, \quad \varepsilon_{v,t} \sim N(0, 1), \\
 u_t &= \lambda_{u,t}^{0.5} \varepsilon_{u,t}, \quad \varepsilon_{u,t} \sim N(0, 1), \\
 \log(\lambda_{i,t}) &= \log(\lambda_{i,t-1}) + \nu_{i,t}, \quad \nu_{i,t} \sim N(0, \phi_i), \quad i = u, v.
 \end{aligned}$$

donde y^* corresponde a la tendencia del crecimiento de la productividad y z corresponde a la variable externa de referencia. El modelo se estima con series del crecimiento de la productividad laboral desde 1940 (excluyendo los valores atípicos generados en la pandemia), un muestreo con métodos de cadenas Markov Monte Carlo (MCMC) con 30.000 simulaciones (de las cuales se descartan las primeras 1.000) y se usa el promedio móvil centrado de treinta años de y como serie z de referencia. Los pronósticos puntuales del modelo para y se agregan a los valores observados del crecimiento de la productividad en los últimos años para calcular g en el año t como el promedio en las ventanas móviles de 30 años, esto es: $g_t = \frac{1}{31} \sum_{i=t-15}^{t+15} y_i$

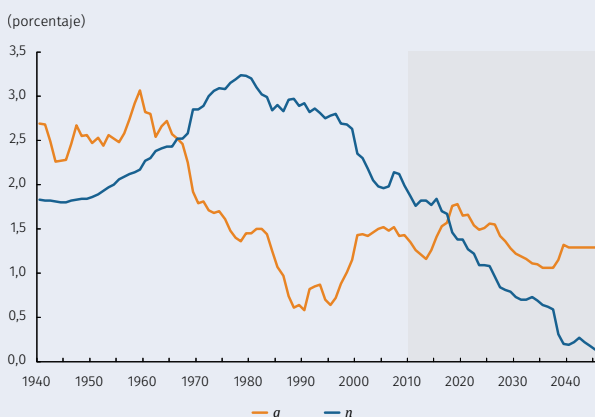
4. Resultados y conclusiones

El Gráfico R1.3 presenta los resultados de las proyecciones de n y g para los próximos veinte años. Al igual que en el Gráfico R1.2, cada punto señala el promedio calculado sobre una ventana móvil de treinta años centrada en el año indicado. El cambio demográfico prolongaría la tendencia decreciente de n a lo largo del horizonte proyectado, explicado tanto por la desaceleración del crecimiento de la población en edad de trabajar como por el envejecimiento poblacional, que reduciría la tasa global de participación laboral a medida que los grupos etarios de mayor edad (que participan menos en el mercado laboral) ganan peso relativo. En cuanto a g , se obtiene que el crecimiento de la productividad laboral promedio se mantendría en niveles similares a los observados en lo corrido del siglo, entre el 1% y 1,5%. No obstante, conviene advertir que los resultados del modelo de pronóstico bayesiano arrojan un amplio rango de incertidumbre, lo que refleja la dificultad de proyectar con precisión este tipo de variables.

Con los valores proyectados de n y g , el Gráfico R1.4 presenta el crecimiento del estado estacionario estimado para 2025, así como su proyección para los próximos veinte años. En 2025 dicho crecimiento se ubicaría en un 2,65% (explicado por un valor de g del 1,57% y de n del 1,08%), por lo que, en ausencia de choques, la economía colombiana crecería a ese ritmo. Hacia adelante, a medida que se materializan las tendencias demográficas incorporadas en las proyecciones de población, el crecimiento de estado estacionario continuaría reduciéndose, hasta alcanzar niveles cercanos al 1,5% al final del horizonte de veinte años.

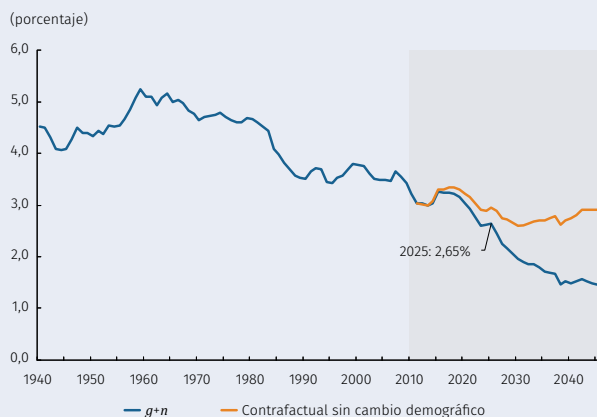
El Gráfico R1.4 también presenta la proyección de un escenario contrafactual en el que se supone que el cambio demográfico no se materializa, con el fin de evaluar su impacto sobre las estimaciones obtenidas. Para construir este escenario, se supone (en los pronósticos de n) que la población en edad de trabajar continuaría creciendo al ritmo observado en 2025 y que su composición etaria se mantendría igual a la del promedio de los últimos cinco años. En ausencia

Gráfico R1.3
Proyecciones de componentes de crecimiento de estado estacionario^{a/}



a/ El Gráfico muestra los promedios móviles centrados en ventanas de 30 años del crecimiento del factor trabajo (total horas trabajadas, n), y de la productividad laboral (g) donde se usan tanto datos observados como pronosticados. Así, por ejemplo, el dato de 2025 corresponde al promedio de la ventana 2010-2040, en la que los datos posteriores a 2024 se pronostican usando las metodologías reseñadas. El área sombreada indica que para la medición de dichos valores, se incluyeron pronósticos para uno o más años.
Fuente: cálculos del Banco de la República.

Gráfico R1.4
Crecimiento de estado estacionario^{a/}



a/ El área sombreada indica que para la medición de dichos valores, se incluyeron pronósticos para uno o más años.
Fuente: cálculos del Banco de la República.

de cambio demográfico, el crecimiento del estado estacionario en 2025 se ubicaría cerca del 3%, y solo se reduciría al 2,7% al final del periodo considerado. Por tanto, el impacto del cambio demográfico implicaría una reducción de 0,35 puntos porcentuales (pp) en el crecimiento actual del estado estacionario, y de 1,2 pp para el año 2045.

Los resultados de este ejercicio confirman que, con base en la información disponible, es necesario recalibrar los valores de crecimiento de estado estacionario utilizados en los modelos de pronóstico del equipo técnico, al nuevo valor del 2,65%. Este proceso de recalibración inició a partir del presente Informe, y se espera que se termine de incorporar en los modelos de pronóstico durante este trimestre. No obstante, es importante resaltar que las proyecciones sugieren que, hacia adelante, podría ser necesaria una nueva revisión de estas estimaciones de acuerdo con la evolución futura de las variables demográficas. De hecho, los datos más recientes sobre nacimientos apuntan a un cambio demográfico aún más acelerado que el proyectado por el DANE (véanse Parra-Polanía y Ladino, 2025; Jaramillo *et al.*, 2026).

Referencias

- Aksoy, Y.; Basso, H. S.; Smith, R. P.; Grasl, T. (2019). "Demographic Structure and Macroeconomic Trends", *American Economic Journal: Macroeconomics*, vol. 11, núm. 1, pp. 193-222.
- Alfonso, V.; Arango, L. E.; Arias, F.; Cangrejo, G.; Pulido, J. (2013). "Ciclos de negocios en Colombia, 1975-2011", *Lecturas de Economía*, vol. 78, pp. 115-149.
- Arango, L. E.; Ospina, J. J. (eds.), *et al.* (2025). "Características cuantitativas de los ciclos económicos en Colombia", *Ensayos sobre política económica*, por publicarse.
- Ávila-Montealegre, O.; Castañeda-Valdés, F.; Pulido, J.; Rincón-Galvis, J. A. (2025). "A New Keynesian DSGE Model for Monetary Policy Analysis in Colombia", manuscrito presentado para publicación, Banco de la República.
- Bloom, D. E.; Canning, D.; Fink, G. (2010). "Implications of Population Aging for Economic Growth", *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 26, núm. 4, pp. 583-612.
- Chan, J. C. C.; Clark, T. E.; Koop, G. (2018). "A New Model of Inflation, Trend Inflation, and Long-Run Inflation Expectations", *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 50, núm. 1, pp. 5-53.
- Flórez, C. E. (2000). "Las transformaciones sociodemográficas en Colombia durante el siglo XX", TM Editores, Banco de la República.
- González, A.; Guarín, A.; Rodríguez-Gúzman, D.; Vargas-Herrera, H. (2020). "4GM: A New Model for the Monetary Policy Analysis in Colombia", *Borradores de Economía*, núm. 1106, Banco de la República.
- González, A.; Mahadeva, L.; Prada, J. D.; Rodríguez, D. (2011). "Policy Analysis Tool Applied to Colombian Needs: Patacon Model Description", *Ensayos sobre Política Económica*, vol. 29, núm. 66, pp. 222-245.
- Grajales-Olarte, A.; Hamann, F.; Naranjo-Saldarriaga, S.; Pulido, J. (2025). "Policy Implications of Losing Credibility: Lessons from Colombia's Post-Pandemic Inflationary Surge," *Borradores de Economía*, núm. 1304, Banco de la República.
- Greco (1999). "El crecimiento económico colombiano en el siglo XX: aspectos globales", *Borradores de Economía*, núm. 134, Banco de la República.

- Jaramillo, J. (ed.) et al. (2026). "Efectos económicos del cambio demográfico en Colombia", *Ensayos sobre Política Económica*, por publicarse.
- Lee, R. (2003). "The Demographic Transition: Three Centuries of Fundamental Change", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 17 núm. 4, pp. 167-190.
- Lee, R.; Mason, A. (2009). "Fertility, Human Capital, and Economic Growth over the Demographic Transition", *European Journal of Population*, vol. 26, núm. 2, 159-182.
- Mankiw, G.; Romer, D.; Weil, D. (1992). "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, núm. 2, pp. 407-437.
- Morales, L. F.; Bonilla-Mejía, L.; Pulido, J.; Flórez, L. A.; Hermida, D.; Pulido-Mahecha, K.; Lasso-Valderrama, F. (2022). "Effects of the covid-19 pandemic on the Colombian labour market: Disentangling the effect of sector-specific mobility restrictions", *Canadian Journal of Economics*, vol. 55, núm. S1, pp. 308-357.
- Ochsner, C.; Thiel, E.; Zuber, C. (2024). "Demographic Aging and Long-Run Economic Growth in Germany", SSRN Working Paper, núm. 4727797.
- Parra-Polanía, J. A.; Ladino, J. D. (2025). "Fuerza de trabajo y envejecimiento poblacional", Borradores de Economía, núm. 1308, Banco de la República.
- Pulido, J.; Vargas-Herrera, H.; Ospina-Tejeiro, J. J. (2023). "The Labor Market in Colombia: Structural Features and the Role of Wages in the Post-Pandemic Inflationary Surge", Borradores de Economía, núm. 1232, Banco de la República.
- Rao, B. B. (2010). "Estimates of the Steady State Growth Rates for Selected Asian Countries with an Extended Solow Model", *Economic Modelling*, vol. 27, núm. 1, pp. 46-53.
- Ramos-Velozá, M.; Naranjo-Saldarriaga, S.; Pulido, J. (2025). "Wage Dynamics, Unemployment, and Inflation: Enhancing 4GM Colombia's Semi-Structural Model", manuscrito presentado para publicación, Banco de la República.
- Solow, R. M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, núm. 1, pp. 65-94.
- Swan, T. (1956). "Economic Growth and Capital Accumulation", *Economic Record*, vol. 32, núm. 2, pp. 334-361.
- Uzawa, H. (1961). "Neutral Inventions and the Stability of Growth Equilibrium", *Review of Economic Studies*, vol. 28, núm. 2, pp. 117-124.