

Choques climáticos y expectativas de inflación

El papel del banco central ante El Niño: evidencia para Colombia

Sara Naranjo-Saldarriaga

Segunda Conferencia Anual de Finanzas Sostenibles

- ▶ Las expectativas de inflación y la capacidad del banco central de **anclarlas** a la meta son centrales para la política monetaria; esa capacidad es una medida directa de su credibilidad.
- ▶ Los choques de oferta extremos pueden dificultar esa tarea: los choques climáticos van más allá de su efecto directo sobre alimentos y servicios públicos.
- ▶ Si son pronunciados y persistentes, pueden afectar expectativas ancladas a la meta $\Rightarrow$ **efectos de segunda ronda**.
- ▶ La frecuencia de eventos El Niño extremos se duplicaría en el siglo XXI con emisiones sin control (Santoso et al., 2017).

Preguntas

1. ¿Afectan los choques ENSO las expectativas de inflación en Colombia, una vez se controla por otros fundamentales?
2. ¿Cómo incorporar ese canal en un modelo de pronóstico de banco central?
3. ¿Qué implica para la reacción de política monetaria?

1. Hechos estilizados

Indicadores sintéticos de expectativas (corto, mediano y largo plazo) y correlaciones cruzadas con el índice ENSO.

2. Evidencia empírica

Modelos BVARx con el ENSO como variable exógena, controlando por choques externos, de oferta, sorpresas de inflación y ciclo.

3. Modelo semi-estructural

Modificación del 4GM del Banco de la República: ENSO en costos marginales y en expectativas, condicionado a la credibilidad.

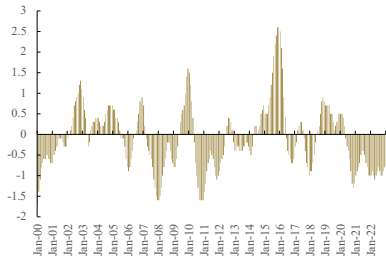
4. Contraste estructural

DSGE de dos sectores con función de daño climático (Romero et al., 2025): robustez de los resultados.

El Niño y la inflación en Colombia

¿Qué es el ENSO y cómo se mide?

Índice Oceánico de El Niño (ONI), 2000–2022



Fuente: NOAA/NESDIS. Anomalía de
temperatura superficial del mar, °C.

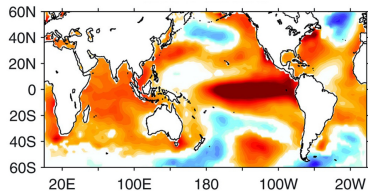
Qué es. Patrón climático recurrente: calentamiento (**El Niño**) y enfriamiento (**La Niña**) de las aguas del Pacífico tropical central y oriental, con cambios en la presión atmosférica. Ciclo cuasi-periódico de ~ 4 años; principal fuente de variabilidad climática interanual.

Cómo se mide. La medida principal del ENSO es el **Índice Oceánico de El Niño (ONI)**, calculado por la NOAA:

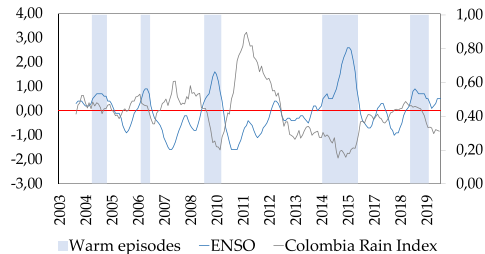
- ▶ Promedio móvil de tres meses de la temperatura superficial del mar en el Pacífico tropical centro-oriental (120° – 170° O).
- ▶ Mide si esa temperatura está por encima o por debajo de su promedio (anomalía, en $^{\circ}\text{C}$).
- ▶ Umbral de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$: anomalías positivas, El Niño; negativas, La Niña.

En los modelos. El “índice ENSO” es el ONI. Un choque de 1°C es un aumento de un grado en la anomalía. En 2015–2016 la anomalía de temperatura del mar alcanzó $2,6^{\circ}\text{C}$.

El ENSO en Colombia



Fuente: NOAA (2016). Anomalías de temperatura superficial del mar en la fase madura de El Niño 2014–2016.



Fuente: NOAA, Banco de la República y cálculos propios. Índice de lluvias: promedio móvil de 12 meses, normalizado; eje derecho.

- ▶ En Colombia, El Niño se asocia con **menos lluvias y sequías** en la mayor parte del país; La Niña, con lluvias por encima del promedio.
- ▶ Fuerte **correlación negativa** entre el ENSO y el índice de lluvias.
- ▶ El episodio 2015–2016 fue particularmente fuerte (anomalía de 2,6 °C) y tuvo un efecto severo en Colombia.

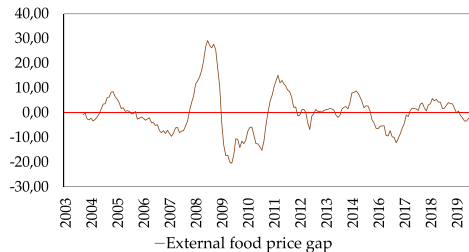
Canales de transmisión hacia la inflación

1. Canal local: menos lluvias

- ▶ Menor producción de alimentos perecederos $\Rightarrow$ alza en sus precios.
- ▶ Menor generación hidroeléctrica ($\approx 68\%$ de la generación eléctrica) $\Rightarrow$ fuentes más costosas $\Rightarrow$ mayores tarifas de servicios públicos (regulados).

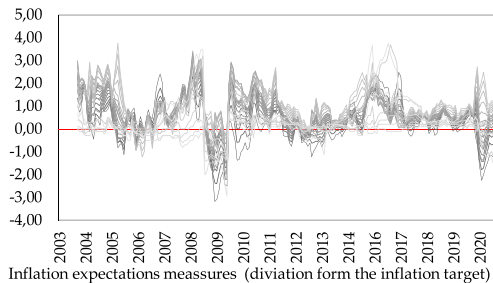
2. Canal externo: precios internacionales

- ▶ El ENSO tiene efectos significativos sobre los precios internacionales de los *commodities*.
- ▶ Por eso, el análisis empírico incluye los precios internacionales de alimentos.



Fuente: Banco Mundial y cálculos propios. Componente cíclico del índice nominal de precios internacionales de alimentos del Banco Mundial.

Expectativas de inflación en Colombia: las medidas



Fuente: FocusEconomics, Banco de la República y cálculos propios. Todas las medidas de expectativas, como desviación frente a la meta (p.p.).

Encuestas (mensuales)

- ▶ **FocusEconomics:** mediana de analistas locales e internacionales. Inflación al cierre del año en curso y de cada uno de los cuatro años siguientes (hasta el quinto año).
- ▶ **Encuesta del Banco de la República** a analistas económicos y financieros: cierre del año en curso y un año adelante.

Mercado de deuda pública (TES), publicadas por el Banco de la República

- ▶ **BEI:** diferencia entre los rendimientos de los TES a tasa fija y los TES indexados a la inflación (UVR), de 1 a 10 años.
- ▶ **FBEI:** misma información, usando la estructura de plazos: el FBEI n es la inflación esperada a un año, dentro de $n - 1$ años.
- ▶ **E-BEI:** medidas extraídas del BEI, excluyendo las primas de riesgo inflacionario y de liquidez.

En total, 31 medidas individuales.

Construcción de los indicadores sintéticos

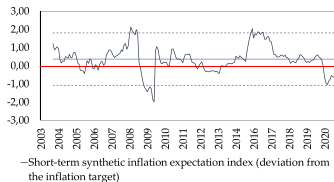
1. Cada medida se expresa como **desviación frente a la meta**: $\pi_{i,t}^e - \bar{\pi}_t$.

2. Se agrupan por **horizonte**: corto (1–2 años, 9 medidas), mediano (3–5 años, 11) y largo (>5 años, 11).

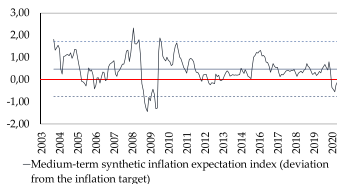
3. En cada grupo, **componentes principales** con la matriz de correlaciones ordinarias; 2004M06–2020M12.

4. El indicador es el **primer componente** (explica 79 %, 64 % y 80 % de la varianza); todas las cargas son positivas.

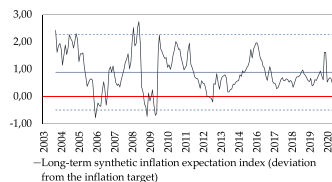
Corto plazo



Mediano plazo

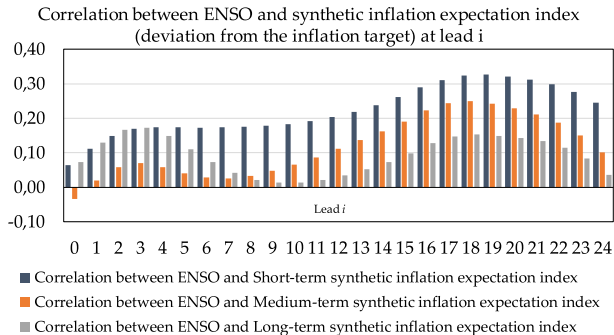


Largo plazo



Fuente: FocusEconomics, Banco de la República y cálculos propios. Desviación frente a la meta (p.p.). Líneas punteadas: intervalos de 2 desviaciones estándar alrededor de la media.

Hecho estilizado: co-movimiento ENSO–expectativas



Fuente: Cálculos propios.

- ▶ Correlación entre $ENSO_t$ y el indicador sintético en $t + i$.
- ▶ Con expectativas plenamente ancladas y un choque que solo afecta la inflación de corto plazo, la correlación debería ser **no significativa**.
- ▶ Se observa co-movimiento entre el ENSO y los indicadores sintéticos.
- ▶ Requiere controlar por otros choques $\Rightarrow$ BVARx.

Evidencia empírica: BVARx

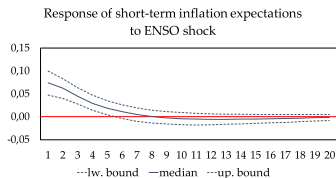
$$y_t = A y_{t-1} + B x_t + \mu_t, \quad \mu_t \sim \mathcal{N}(0, \Sigma), \quad x_t = ENSO_t$$

$$y_t = (pf_t^*, RER_t, \pi_t^s, RP_t, IP_t, \pi_{i,t}^e - \bar{\pi}_t)'$$

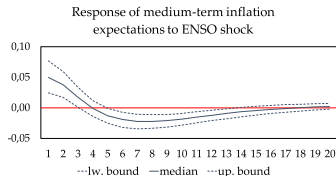
pf_t^*	Brecha de precios internacionales de alimentos (choque externo de costos)
RER_t	Brecha de la tasa de cambio real
π_t^s	Sorpresas de inflación mensual (encuesta Ban-Rep)
RP_t	Brecha del precio relativo de alimentos (choques de oferta y su reversión)
IP_t	Brecha de producción industrial (ciclo)
$\pi_{i,t}^e - \bar{\pi}_t$	Desviación de la medida i frente a la meta

- **Identificación:** ENSO estrictamente exógeno; Cholesky para el bloque endógeno, con las expectativas como la variable más endógena.
- **Un BVARx por medida:** 31 medidas individuales y 3 indicadores sintéticos; solo cambia la última variable.
- **Estimación:** datos mensuales 2003M10–2020M12 (sintéticos y E-BEI desde 2004M06); prior normal–Wishart independiente; rezagos por criterios de información (cuatro en la mayoría de los casos).
- **Robustez:** otra medida del ENSO (MEI.v2, ver anexo); muestra sin COVID-19; sorpresas con encuesta Bloomberg.

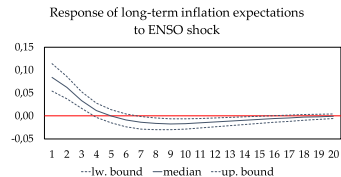
Resultado: respuesta de las expectativas a un choque ENSO de 1 °C



(a) Corto plazo



(b) Mediano plazo



(c) Largo plazo

Fuente: Cálculos propios. Mediana e intervalo de confianza al 68%; desviaciones frente a la meta (p.p.), meses.

- Impacto contemporáneo de **5 a 8 p.b.** en los indicadores sintéticos.
- Se disipa en ~ 6 meses (corto plazo) y ~ 4 meses (mediano y largo).
- Mediano y largo plazo: correcciones menores entre los meses 5 y 12, probablemente por la reversión del choque de oferta.
- Las expectativas están **parcialmente ancladas** a la meta y pueden ser afectadas por el ENSO.

Modelo semi-estructural

El 4GM con clima: ENSO en costos marginales y expectativas

Modelo neokeynésiano de economía pequeña y abierta (tipo QPM) del Banco de la República (González et al., 2020): IS, curvas de Phillips para bienes (g), servicios (s), regulados (r) y alimentos (f), credibilidad, regla de política y UIP.

Curvas de Phillips híbridas

$$\pi_t^j = \alpha_j^\pi \pi_{t-1}^j + (1 - \alpha_j^\pi) \pi_t^{e,j} + \alpha_{rmc_j}^\pi rmc_t^j + \epsilon_t^{\pi j}$$

Costo marginal real (alimentos y regulados incorporan el clima)

$$rmc_t^f = \alpha \hat{y}_t + (1 - \alpha)(\hat{r}p_t^{F*} + \hat{z}_t + \lambda^f ENSO_t - \hat{r}p_t^f), \quad rmc_t^r = \alpha \hat{y}_t + (1 - \alpha)(\hat{r}p_t^{oil} + \hat{z}_t + \lambda^r ENSO_t - \hat{r}p_t^r)$$

Expectativas (dependen del stock de credibilidad c_t)

$$\pi_t^{e,j} = c_t \pi_{t+1}^j + (1 - c_t)(\pi_{t-1}^j + \psi ENSO_t) + \epsilon_t^{\pi j}, \quad j = f, r; \quad \pi_t^{e,j} = c_t \pi_{t+1}^j + (1 - c_t) \pi_{t-1}^j + \epsilon_t^{\pi j}, \quad j = g, s$$

Con $c_t = 1$, las expectativas de las cuatro canastas son completamente prospectivas.

Credibilidad, regla de política y calibración

Stock de credibilidad (Benes et al., 2017)

$$c_t = \rho^c c_{t-1} + (1 - \rho^c) \xi_t, \quad \xi_t = \frac{(\epsilon_t^{bad})^2}{(\epsilon_t^{bad})^2 + (\epsilon_t^{good})^2}$$

$$\epsilon_t^k = \pi_t - [\rho^\epsilon \pi_{t-1} + (1 - \rho^\epsilon) \pi^k], \quad k \in \{good, bad\}$$

- Señal no lineal: con baja credibilidad la política debe ser más agresiva para lograr la misma desinflación.

Regla basada en pronóstico

$$i_t = \rho_i i_{t-1} + (1 - \rho_i) [\bar{i}_t + \psi_\pi (E_t \pi_{t+3}^A - \bar{\pi}_{t+3}^A) + \psi_{\hat{y}} \hat{y}_t] + \epsilon_t^i$$

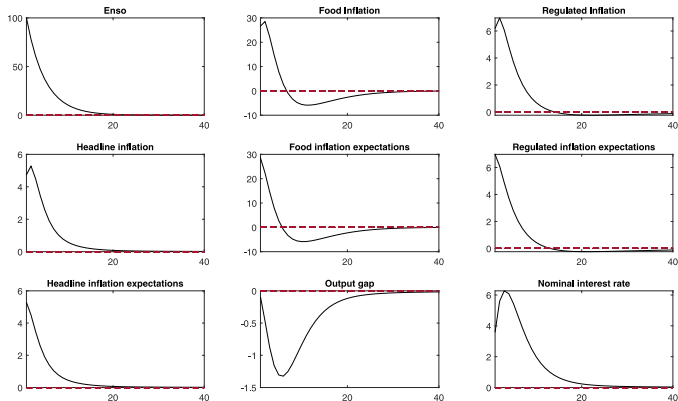
Parámetro	Valor	Descripción
$\bar{\pi}$	3 %	Meta de largo plazo
ρ^c	0,8	Persist. credibilidad
π^{good} / π^{bad}	3 / 4	Regímenes
λ^f	1,7	ENSO → alimentos
λ^r	3,7	ENSO → regulados
ψ	0,5	ENSO → expect.
ρ^{ENSO}	0,78	Persistencia ENSO
σ^{ENSO}	0,8	Desv. est. ENSO
ρ_i	0,7	Suavizamiento
$\psi_\pi / \psi_{\hat{y}}$	1,5 / 0,375	Regla de Taylor

Fuente: Elaboración y cálculos propios.

Parámetros ENSO calibrados para replicar las respuestas del BVARx y la persistencia y varianza de la serie ENSO. Estado estacionario y credibilidad, calibrados; el resto, estimación bayesiana trimestral 2003T1–2019T4 (19 variables domésticas, 9 externas).

Resultados del modelo

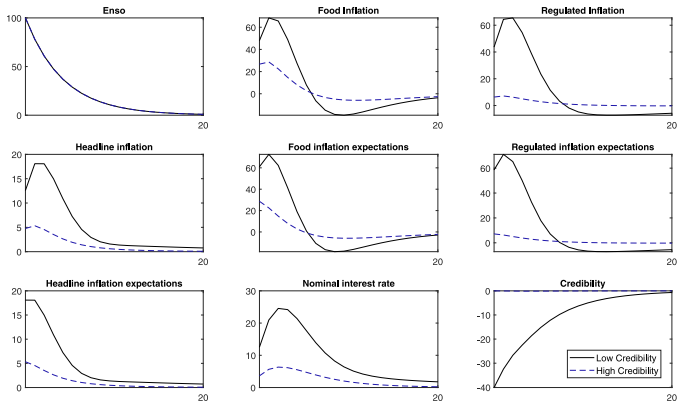
Respuesta a un choque ENSO de 1 °C



Fuente: Cálculos propios. Desviaciones frente al estado estacionario, p.b.; trimestres.

- ▶ Alimentos: +~30 p.b. al impacto; regulados: +~7 p.b.
- ▶ Doble canal: costos marginales y expectativas de esas canastas.
- ▶ Inflación total y expectativas totales: +~5 p.b.
- ▶ El banco central sube la tasa 4–6 p.b. para anclar expectativas.
- ▶ Brecha del producto cae solo por el endurecimiento monetario (el clima no afecta directamente la actividad en el modelo).

El rol de la credibilidad

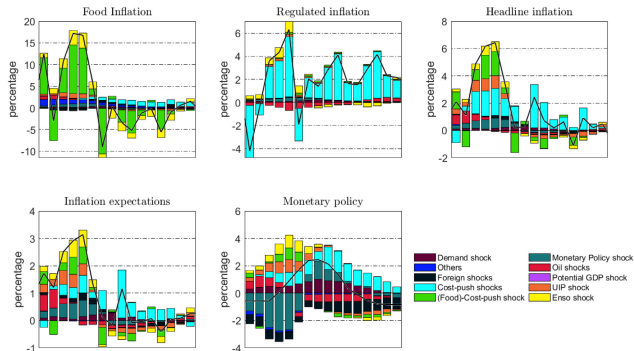


Fuente: Cálculos propios. Línea continua: credibilidad baja; discontinua: credibilidad alta.

- ▶ Escenario de credibilidad baja: stock inicial 50 p.b. por debajo del estado estacionario.
- ▶ Mismo choque, respuesta de inflación y expectativas **más grande y más persistente**.
- ▶ Se requieren esfuerzos de política monetaria más sustanciales.
- ▶ La credibilidad solo mejora gradualmente.

La reacción del banco central ante choques climáticos depende del stock de credibilidad existente.

El Niño 2015–2016: descomposición histórica



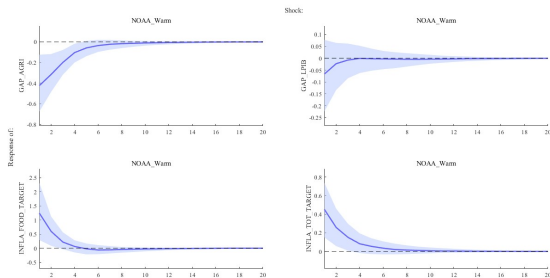
Fuente: Cálculos propios. Desviaciones frente al estado estacionario; variaciones trimestrales anualizadas.

Choques simultáneos: caída de términos de intercambio, fuerte depreciación (choque petrolero), disrupciones de transporte y El Niño.

- ▶ El ENSO contribuye a la inflación de alimentos y regulados en 2015 y comienzos de 2016.
- ▶ Choque de costos de alimentos determinante de la inflación total entre 2015T2 y 2016T1.
- ▶ El modelo cuantifica el aporte del clima a las expectativas.
- ▶ El impacto del clima debió incorporarse antes en la respuesta monetaria.

Contraste: modelo estructural de dos sectores

Un segundo enfoque: Romero, Naranjo-Saldarriaga y Muñoz-Martínez (2025)



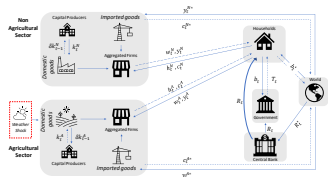
Fuente: Cálculos propios. BVAR-X, choque ENSO de 1°C; IC 68 %; trimestres. Paneles: brecha agrícola, brecha del PIB, inflación de alimentos e inflación total (desviación de la meta).

BVAR-X del mismo tipo que el de 2024, con otras variables: inflación externa, brecha del producto externo, tasa de cambio real, brechas del producto agrícola y total, inflación de alimentos y total. Trimestral 2000T1–2019T4; ENSO exógeno; Cholesky (producción agrícola e inflación de alimentos, las más endógenas); prior normal–Wishart independiente; cuatro rezagos en la mayoría de los casos.

- Producción agrícola **cae**.
- Inflación de alimentos y total **suben**.
- Efecto sobre el PIB total **no significativo**.

⇒ Choque de oferta (*cost-push*): inflación, caída del sector agrícola y un leve impacto sobre la actividad total.

DSGE de economía pequeña y abierta con dos sectores



Fuente: Diseño propio.

Canal del choque climático

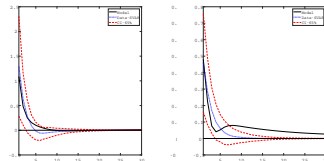
1. El choque ϵ_t^W sigue un AR(1) ($\rho^W = 0,7$).
2. La función de daño $\Omega(\epsilon_t^W)$ reduce la productividad de la tierra, insumo de la producción agrícola.
3. La productividad de la tierra se recupera con tiempo y con gasto de los agricultores para mantenerla.
4. Cae la producción agrícola y sube su costo marginal $\Rightarrow$ suben los precios agrícolas y su precio relativo.

Función de daño (Gallic y Vermandel, 2020; Nordhaus, 1991)

$$y_{it}^A = [\Omega(\epsilon_t^W) \ell_{it-1}]^\omega [\epsilon_t^Z (k_{it-1}^A)^{\alpha_A} (\kappa^A h_{it}^A)^{1-\alpha_A}]^{1-\omega}$$

$$\Omega(\epsilon_t^W) = (\epsilon_t^W)^{-\theta}, \quad \ell_{it} = [(1-\delta_I) + \nu(x_{it})] \ell_{it-1}$$

Rigideces de precios en ambos sectores, traspaso cambiario imperfecto y regla de Taylor. **Calibración por IRF matching:** θ minimiza la distancia entre las respuestas del modelo y del BVAR-X en inflación agrícola y total.

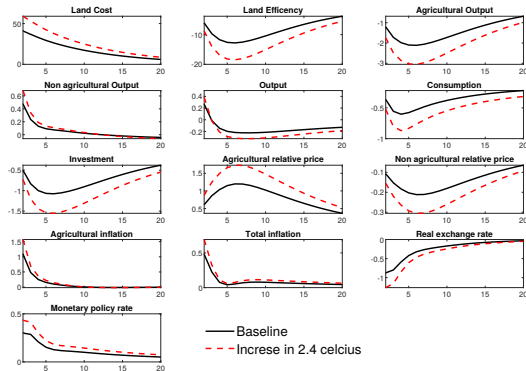


(a) Inflación agrícola

(b) Inflación total

Fuente: Cálculos propios. $\theta = 10,29$; $\rho^W = 0,7$.

Respuesta al choque: escenario base vs. El Niño extremo



Fuente: Cálculos propios. Línea continua: choque base;
discontinua: choque de 2,4 °C más persistente; trimestres.

Transmisión

- ▶ Choque $\Rightarrow$ menor eficiencia y mayor costo de la tierra $\Rightarrow$ mayor costo marginal agrícola.
- ▶ Cae la producción agrícola; sube el **precio relativo** agrícola y baja el no agrícola. Este canal ayuda a explicar el impacto limitado sobre el producto.
- ▶ Suben la inflación de alimentos, la total y sus expectativas; la tasa de política sube y la brecha del producto se contrae levemente.

Escenario extremo (choque más intenso y persistente; en 2014–2016 el índice ENSO llegó a 2,4 °C)

- ▶ Presión inflacionaria más duradera $\Rightarrow$ **respuesta monetaria más fuerte con mayor costo en producto.**

Robustez: qué resultados se sostienen en ambos enfoques

Resultado	Semi-estructural (2024)	DSGE dos sectores (2025)
ENSO es un choque de oferta inflacionario	Sí: alimentos y regulados	Sí: alimentos (agrícola)
Sube la inflación total	Sí	Sí
Suben las expectativas de inflación	Sí: evidencia BVARx directa y mecanismo explícito	Sí (respuesta del modelo)
El banco central debe subir la tasa	Sí (4–6 p.b. por 1 °C)	Sí: aumento parcial de la tasa
Efecto sobre la actividad agregada	Solo vía endurecimiento monetario	Limitado; el canal de precios relativos ayuda a explicarlo
Respuesta monetaria mayor en escenarios adversos	Sí: con baja credibilidad	Sí: con un choque más intenso y persistente
Persistencia del choque ENSO	$\rho = 0,78$	$\rho^W = 0,7$

Conclusión común: en ambos marcos la autoridad monetaria debe subir la tasa de interés para anclar las expectativas; la respuesta es mayor con menor credibilidad (2024) y con un choque más intenso y persistente (2025).

Diferencias entre los dos enfoques

	Romero y Naranjo-Saldarriaga (2024)	Romero, Naranjo-S. y Muñoz-M. (2025)
Modelo	Semi-estructural tipo QPM (4GM), 4 canastas del IPC	DSGE microfundado, dos sectores, dos bienes
Pregunta central	Efecto del clima sobre las expectativas de inflación	Implicaciones macroeconómicas: producción agrícola , precios relativos e inflación
Evidencia empírica	BVARx mensual sobre 31 medidas de expectativas y 3 indicadores sintéticos	BVAR-X trimestral sobre actividad agrícola, PIB e inflación
Canal del clima	λ^f , λ^r en costos marginales y ψ en expectativas	Función de daño sobre la productividad de la tierra
Expectativas	Híbridas, ponderadas por un stock de credibilidad endógeno	Sin mecanismo de credibilidad
Energía (regulados)	Incluida ($\lambda^r = 3,7$)	No modelada
Actividad	Sin efecto directo del clima	Caída agrícola, sustitución entre sectores
Calibración del clima	Replicar respuestas del BVARx	IRF matching de θ (inflación agrícola y total)
Ejercicio de episodio	Descomposición histórica 2014–2019	Simulación de choque extremo (2,4 °C)

Las magnitudes no son directamente comparables: difieren la frecuencia, la definición de las variables, la escala del choque y la estrategia de calibración.

Conclusiones

Conclusiones generales

1. **El Niño es un choque de oferta con efectos de segunda ronda.** Eleva la inflación de alimentos y total y, con anclaje parcial, también las expectativas, incluso las de largo plazo (4–13 p.b. por 1°C).
2. **Los dos marcos coinciden.** Un modelo semi-estructural de pronóstico y un DSGE de dos sectores, con canales distintos, muestran que suben la inflación y sus expectativas y que la autoridad monetaria debe subir la tasa para anclarlas.
3. **Credibilidad, intensidad y persistencia importan.** Con menor credibilidad (2024) o con choques más intensos y persistentes (2025) se requiere una respuesta monetaria más fuerte; en el segundo caso, con mayor costo en producto.
4. **El impacto predominante es sobre el sector agrícola;** el canal de precios relativos ayuda a explicar el efecto limitado sobre el PIB.
5. Incorporar el clima en los modelos de pronóstico y análisis de política del banco central permite separar este choque de otros choques de costos y construir escenarios de eventos extremos.

Identificación y estimación

- ▶ Distinguir los choques climáticos de otros choques de costos con métodos alternativos de identificación (restricciones de signo, proxy-SVAR).
- ▶ Incorporar características no lineales de los choques climáticos.
- ▶ Enfoques alternativos de estimación de los parámetros clave.
- ▶ Ampliar el análisis al periodo 2021–2024, con controles adicionales para los choques globales de oferta.

Canales y sectores

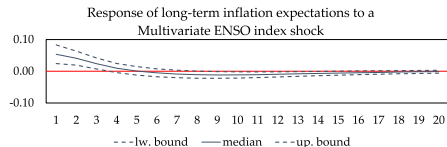
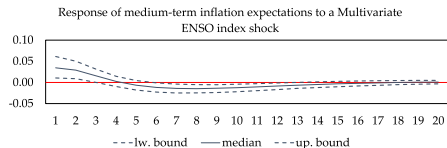
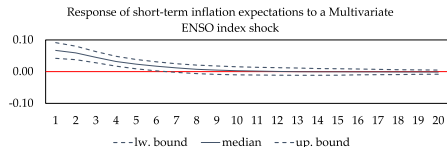
- ▶ Distinguir entre tipos de eventos climáticos y sus impactos.
- ▶ Efectos sectoriales e intersectoriales; otros sectores vulnerables.
- ▶ Contagio de alimentos y regulados a la inflación básica.

Política

- ▶ Simular escenarios de eventos climáticos extremos.
- ▶ Evaluar políticas de mitigación alternativas.

Gracias

Anexo: robustez con otra medida del ENSO (MEI.v2)



Fuente: Cálculos propios.

- ▶ **MEI.v2** = *Multivariate ENSO Index, version 2* (Índice ENSO Multivariado), publicado por la NOAA.
- ▶ No es otro fenómeno: es otra forma de medir el **mismo ENSO**. El ONI usa solo la temperatura del mar; el MEI.v2 combina cinco variables del Pacífico tropical (presión a nivel del mar, temperatura del mar, viento zonal y meridional y radiación de onda larga).
- ▶ Ejercicio: mismo BVARx de expectativas (2024), reemplazando el ONI por el MEI.v2.
- ▶ Resultado: respuestas similares en los tres horizontes.

Referencias

Romero, J. V., Naranjo-Saldarriaga, S. y Muñoz-Martínez, J. A. (2025). Adverse weather-induced inflation: some implications for monetary policy in a small open economy. *Borradores de Economía*, 1319, Banco de la República.

Romero, J. V. y Naranjo-Saldarriaga, S. (2024). Weather shocks and inflation expectations in semi-structural models. *Latin American Journal of Central Banking*, 5, 100112.
<https://doi.org/10.1016/j.latcb.2023.100112>

Las figuras y tablas provienen de los documentos citados. Las opiniones son responsabilidad de sus autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.