Regime-Switching, Stochastic Volatility and Impacts of Monetary Policy Shocks on Macroeconomic Fluctuations in Peru

Paola Alvarado Silva, Moisés Cáceres Quispe y Gabriel Rodríguez

Octubre 2024

Contenido

1 Motivación

2 Modelos

3 Aplicación empírica

4 Resultados

5 Conclusiones

Contenido

1 Motivación

2 Modelos

3 Aplicación empírica

4 Resultados

5 Conclusiones

Motivación

- Luego del episodio hiperinflacionario, se implementaron reformas de estabilización macroeconómica. Elemento clave fue la **revisión del marco de política monetaria**: modificaciones en el diseño e instrumentos de la política monetaria (p.e. adopción del Esquema de Metas Explícitas de Inflación, o EMEI, en 2002), **posibles cambios en el mecanismo de transmisión de la política monetaria**.

- **Objetivo:** analizar el impacto de los choques de política monetaria y su contribución a la dinámica de principales variables domésticas (crecimiento del PBI, inflación y tasa de interés) durante 1994T3 y 2019T4.

- Trabajos existentes emplean metodologías estándar para medir el impacto de la política monetaria en el Perú. **Escasez de literatura peruana que incorpore marcos empíricos que consideren cambios temporales en coeficientes o volatilidades**. Se aborda esta brecha con la aplicación de **modelos VAR de cambio de régimen con volatilidad estocástica** (**RS-VAR-SV**), siguiendo a Chan y Eisenstat (2018).

Motivación

- **Principales resultados:**

(i) Los modelos que mejor se adaptan a los datos incorporan únicamente volatilidad estocástica (SV).
(ii) Existen dos regímenes distintos, que coinciden con la implementación del EMEI.
(iii) Reducción de la volatilidad de las principales variables domésticas (crecimiento del PBI, inflación y sobre todo tasa de interés) después de la implementación del EMEI.
(iv) Antes del EMEI, los choques de política monetaria explicaban cerca del 15%, 30% y 90% de la descomposición de la varianza del error de predicción de la inflación, el crecimiento del PBI y la tasa de interés a largo plazo, respectivamente.
(v) Con la adopción del EMEI, la política monetaria dejó de ser una fuente de incertidumbre para la economía peruana.

Contenido

1 Motivación

2 Modelos

3 Aplicación empírica

4 Resultados

5 Conclusiones

Modelos: CVAR

Modelo VAR con coeficientes y varianzas constantes (CVAR)

Para fines de comparación con los modelos RS-VAR-SV, se utiliza un modelo VAR con coeficientes y varianza constantes (CVAR). El modelo CVAR se describe de la siguiente manera:

$$\mathbf{B_0} y_t = \boldsymbol{\mu} + \sum_{j=1}^{p} \mathbf{B}_j y_{t-j} + \epsilon_t, \tag{1}$$

donde $\epsilon_t \sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Sigma})$, y_t es un vector de n variables endógenas, μ es un vector $n \times 1$ de interceptos, $\mathbf{B_j}$ es una matriz $n \times n$ de coeficientes del VAR estructural, $\mathbf{B_0}$ es una matriz triangular inferior $n \times n$ con unos en la diagonal principal que representa los efectos contemporáneos, y $\boldsymbol{\Sigma}$ es una matriz de varianzas diagonal, definida positiva, de tamaño $n \times n$.

Modelos: RS-VAR-SV

Modelo VAR de Cambio de Régimen con Volatilidad Estocástica (RS-VAR-SV)

Siguiendo la notación de Chan y Eisenstat (2018), se propone el siguiente modelo RS-VAR-SV, donde $S_t \in \{1, \dots, r\}$ representa el indicador de régimen en el período t y r es el número de regímenes:

$$\mathbf{B}_{0S_t}\mathbf{y}_t = \boldsymbol{\mu}_{S_t} + \sum_{j=1}^{p} \mathbf{B}_{j,S_t}\mathbf{y}_{t-j} + \epsilon_t, \qquad (2)$$

donde $\epsilon_t \sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Sigma}_{\boldsymbol{S_t}})$ para $j = 1, \dots, r$, y se asume que S_t sigue un proceso de Markov con una probabilidad de transición $P(S_t = j \mid S_{t-1} = i) = p_{ij}$.

Se compara el modelo base RS-VAR-SV con 5 versiones restringidas. La ecuación (2) se puede reescribir, **diferenciando los coeficientes que varían en el tiempo en dos grupos:** β'_{S_t} y γ'_{S_t}.

- El **primer grupo** consiste en un vector $k_{\beta_{S_t}} \times 1$ de **interceptos y coeficientes asociados con variables rezagadas** que varían en el tiempo: $\boldsymbol{\beta_{S_t}} = vec((\boldsymbol{\mu_{S_t}}, \mathbf{B_{1_{S_t}}}, \dots, \mathbf{B_{p_{S_t}}})')$.
- El **segundo grupo** consiste en un vector $k_{\gamma_{S_t}} \times 1$ de coeficientes que varían en el tiempo que caracterizan las **relaciones contemporáneas** entre variables $\gamma_{S_t} = (\gamma_{1_{S_t}}, \dots, \gamma_{k_{S_t}})'$, y representan los elementos de $\mathbf{B_{0S_t}}$ por debajo de la diagonal principal.

Modelos

Resumen de modelos competidores	
CVAR	Modelo VAR con coeficientes y varianza constantes
RS-VAR-SV	Modelo VAR de cambio de régimen con volatilidad estocástica, descrito en (2)
RS-VAR-SV-R1	Igual que (2), pero sin variabilidad en los parámetros β'_{S_t} y γ'_{S_t} . Sí considera SV.
RS-VAR-SV-R2	Igual que (2), pero no considera SV. Sí considera variabilidad en β'_{S_t} y γ'_{S_t}.
RS-VAR-SV-R3	Igual que (2), pero solo considera variabilidad en los interceptos y SV.
RS-VAR-SV-R4	Igual que (2), solo considera variabilidad en β'_{S_t} y SV.
RS-VAR-SV-R5	Igual que (2), solo considera variabilidad en γ'_{S_t} y SV.

Metodología

- Identificación a lo Cholesky
- Estimación de parámetros posteriores: Gibbs Sampling
- Comparación bayesiana de modelos: Verosimilitud marginal

Contenido

1 Motivación

2 Modelos

3 Aplicación empírica

4 Resultados

5 Conclusiones

Aplicación empírica

- Muestra: 1994Q3- 2019Q4
- Variables utilizadas: tasa de crecimiento de los términos de intercambio, tasa de crecimiento del PBI real, inflación, tasa de crecimiento del circulante y tasa de interés
- Número de rezagos: $p = 2$

Contenido

1 Motivación

2 Modelos

3 Aplicación empírica

4 Resultados

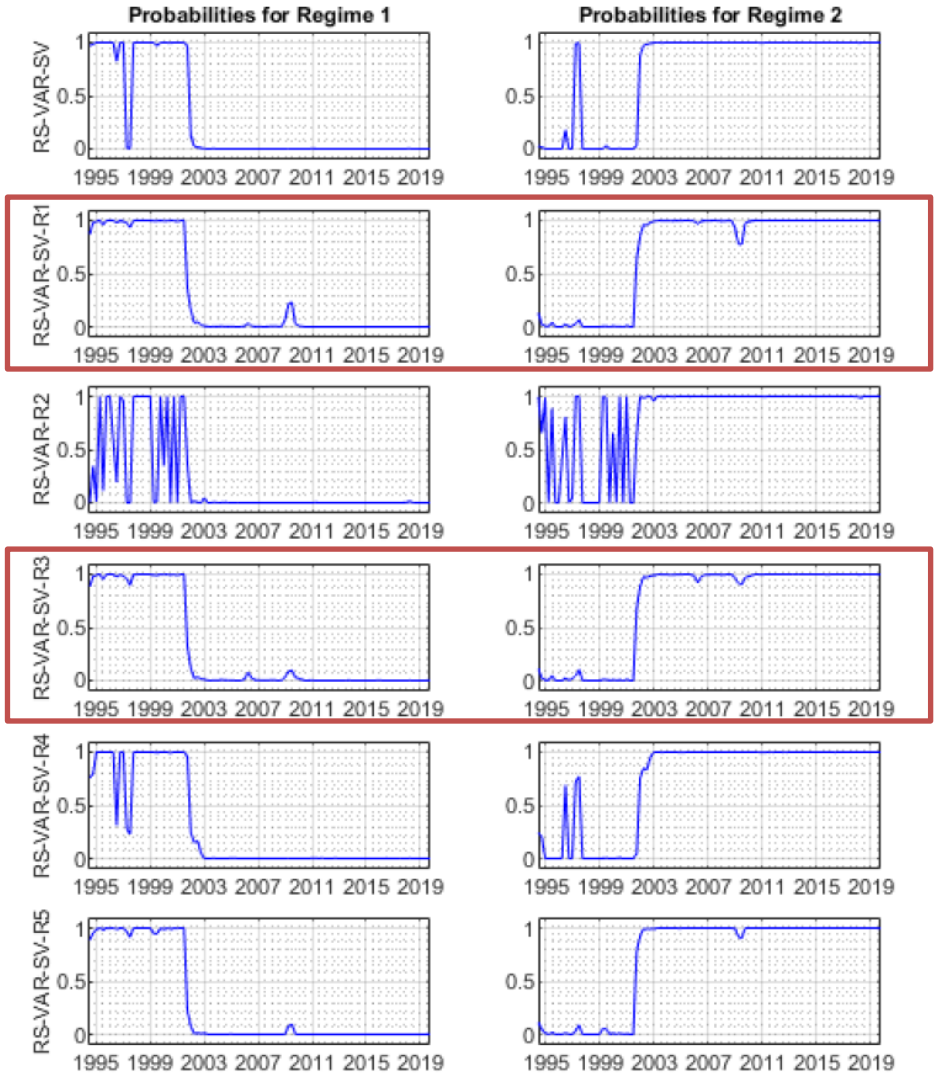
5 Conclusiones

Resultados: Comparación de modelos

Model	Log-ML	Rank
CVAR	−1376.9 (0.015)	5
RS-VAR-SV ($r = 2$)	−1426.5 (0.119)	13
RS-VAR-SV-R1 ($r = 2$)	−1341.4 (0.045)	1
RS-VAR-R2 ($r = 2$)	−1423.7 (0.151)	12
RS-VAR-SV-R3 ($r = 2$)	−1369.3 (0.922)	4
RS-VAR-SV-R4 ($r = 2$)	−1441.2 (0.526)	16
RS-VAR-SV-R5 ($r = 2$)	−1388.6 (0.381)	7
RS-VAR-SV ($r = 3$)	−1436.4 (0.067)	15
RS-VAR-SV-R1 ($r = 3$)	−1348.2 (0.071)	2
RS-VAR-R2 ($r = 3$)	−1433.2 (0.267)	14
RS-VAR-SV-R3 ($r = 3$)	−1381.7 (1.056)	6
RS-VAR-SV-R4 ($r = 3$)	−1451.6 (0.419)	18
RS-VAR-SV-R5 ($r = 3$)	−1398.1 (0.363)	9
RS-VAR-SV ($r = 4$)	−1444.9 (0.103)	17
RS-VAR-SV-R1 ($r = 4$)	−1354.8 (0.149)	3
RS-VAR-R2 ($r = 4$)	−1422.3 (0.408)	11
RS-VAR-SV-R3 ($r = 4$)	−1389.1 (1.499)	8
RS-VAR-SV-R4 ($r = 4$)	−1460.1 (0.708)	19
RS-VAR-SV-R5 ($r = 4$)	−1406.3 (0.405)	10

Resultados: Probabilidades de transición

- Los modelos de mejor ajuste muestran dos regímenes claramente diferenciados: uno antes del EMEI y otro después de su implementación.



Resultados: Volatilidad entre regímenes

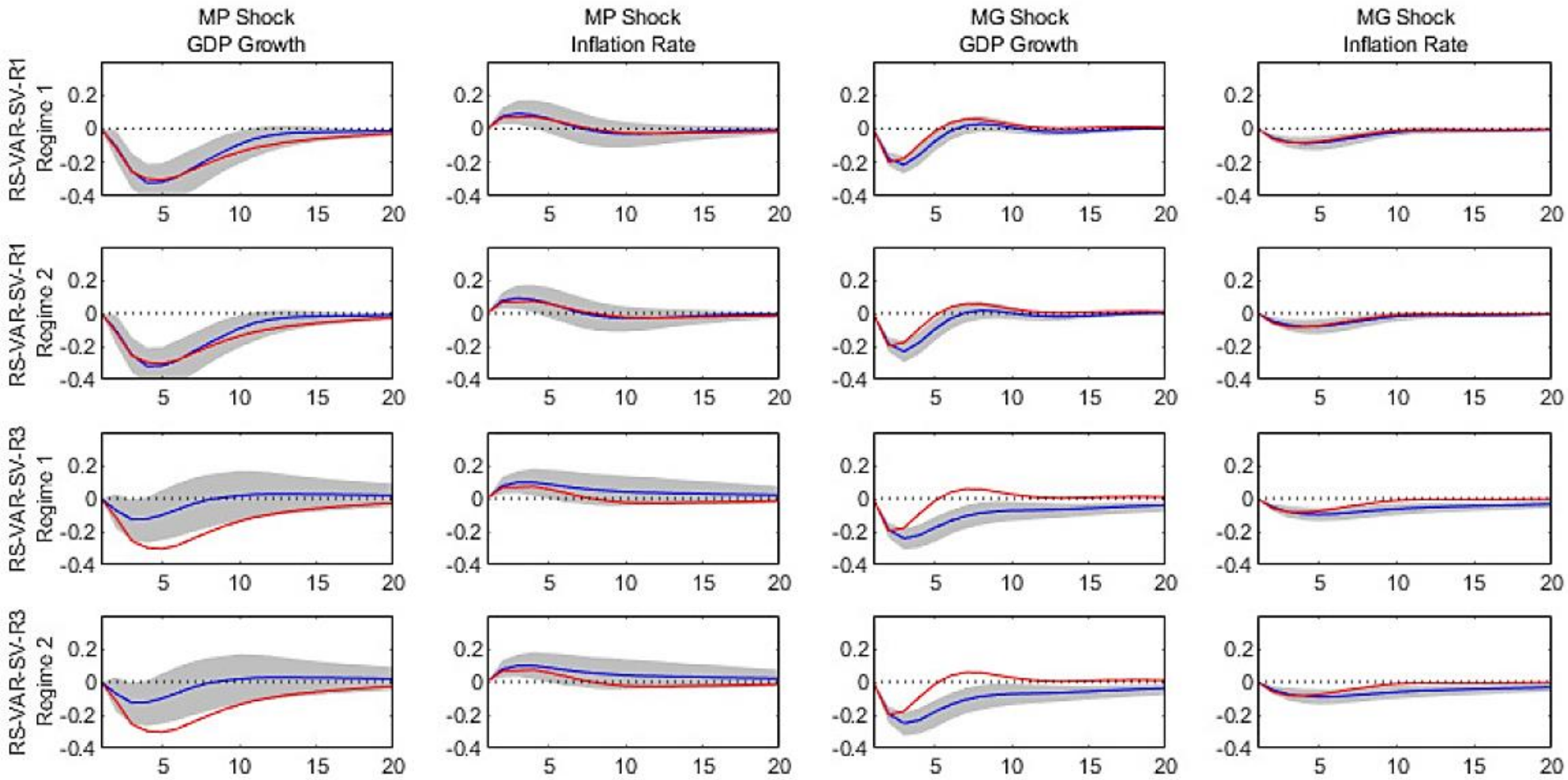
- Disminución de la volatilidad de las principales variables domésticas en el segundo régimen. La volatilidad de la tasa de interés se reduce en más del 80% después de 2002.

Desviaciones estándar normalizadas* con respecto al primer régimen (Modelos con $r = 2$)

Modelo	Crecimiento de los términos de intercambio	Crecimiento del PBI real	Inflación	Crecimiento del circulante	Tasa de interés
RS-VAR-SV	1.583	0.701	0.917	0.772	0.179
RS-VAR-SV-R1	1.131	0.618	0.681	0.628	0.117
RS-VAR-SV-R3	1.108	0.586	0.665	0.596	0.129
RS-VAR-SV-R4	1.601	0.672	0.824	0.603	0.180
RS-VAR-SV-R5	1.143	0.608	0.734	0.514	0.113

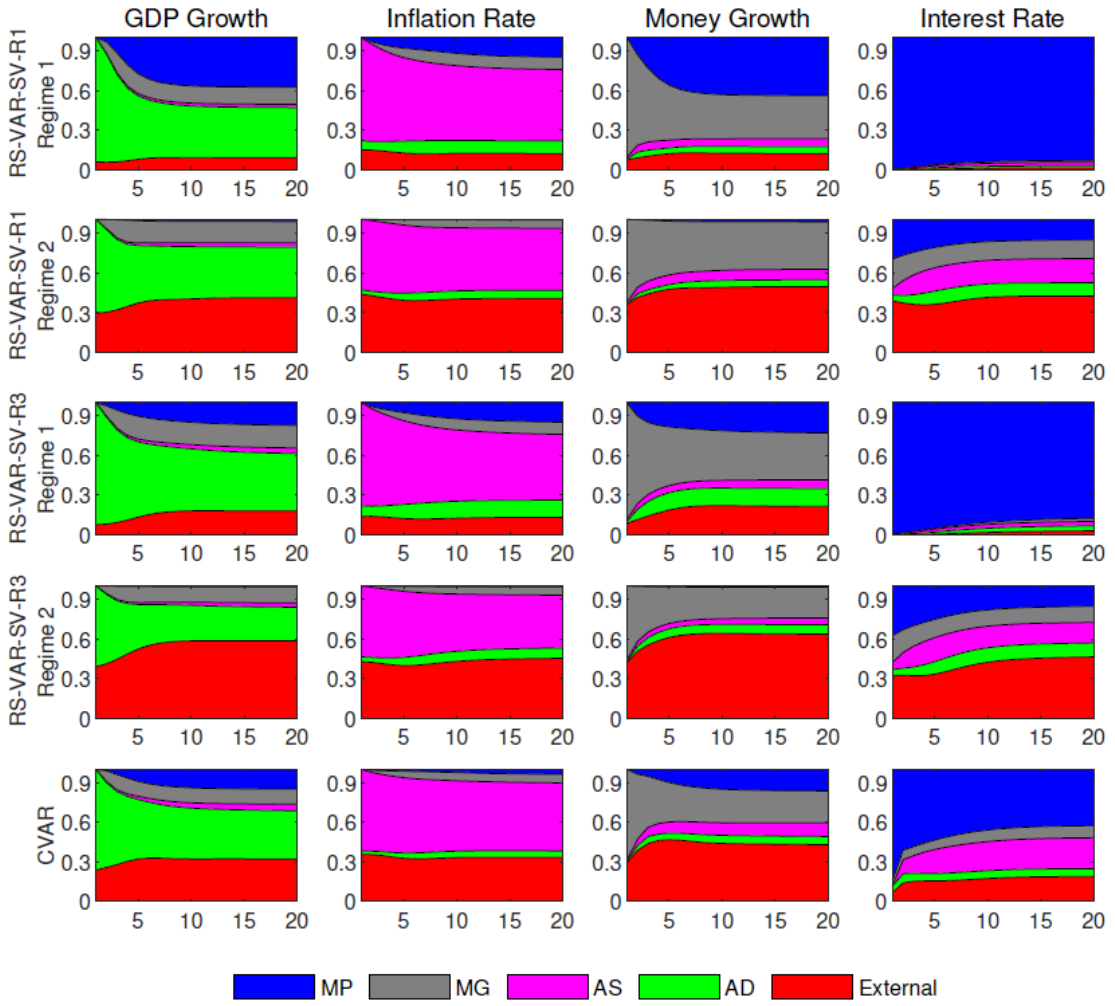
* Se utiliza el primer régimen como referencia, con desviaciones estándar normalizadas a 1.

Resultados: Funciones Impulso – Respuesta



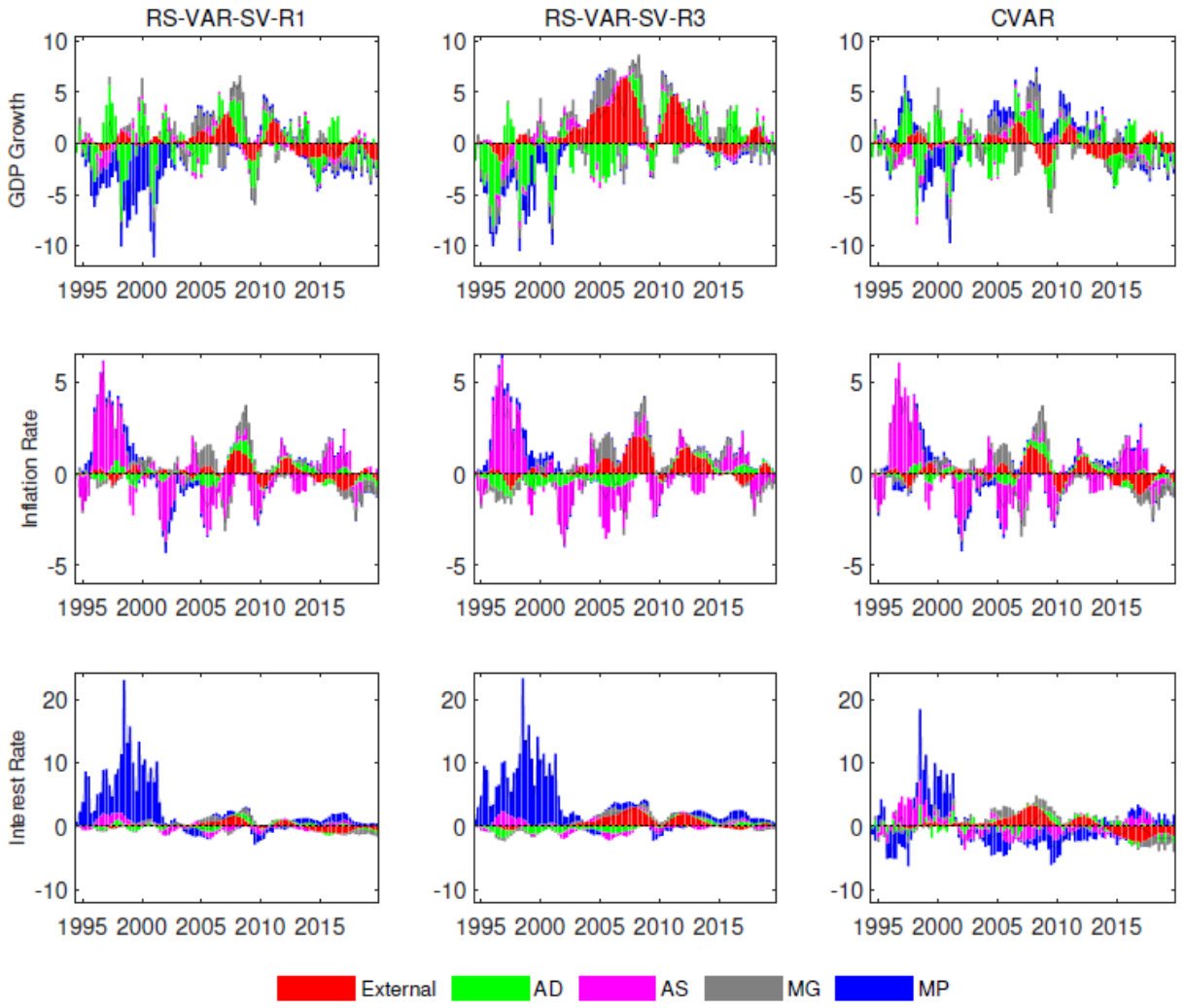
Mediana de las IRFs del crecimiento del PBI y la inflación ante un choque de política monetaria (*MP shock*) y un choque del agregado monetario (*MG shock*) para $r = 1$ y 2. Los shocks se normalizan a un aumento de 100 pbs en la tasa de interés y una reducción del 1% en el crecimiento del dinero para ambos regímenes, respectivamente. La línea azul representa los modelos RS-VAR-SV-R1 ($r = 2$) y RS-VAR-SV-R3 ($r = 2$), y el área sombreada indica su banda de error del 68%. La línea roja representa el modelo CVAR.

Resultados: Descomposición de la varianza del error de predicción (FEVD)



FEVD del crecimiento del PBI, inflación, crecimiento del dinero y tasa de interés en respuesta a choques de política monetaria (MP), del agregado monetario (MG), demanda agregada (AD), oferta agregada (AS) y externos para los modelos RS-VAR-SV-R1 ($r = 2$), RS-VAR-SV-R3 ($r = 2$) y CVAR.

Resultados: Descomposición histórica (HD)



HD del crecimiento del PBI, inflación, crecimiento del dinero y tasa de interés para los modelos RS-VAR-SV-R1 ($r = 2$), RS-VAR-SV-R3 ($r = 2$) y CVAR.

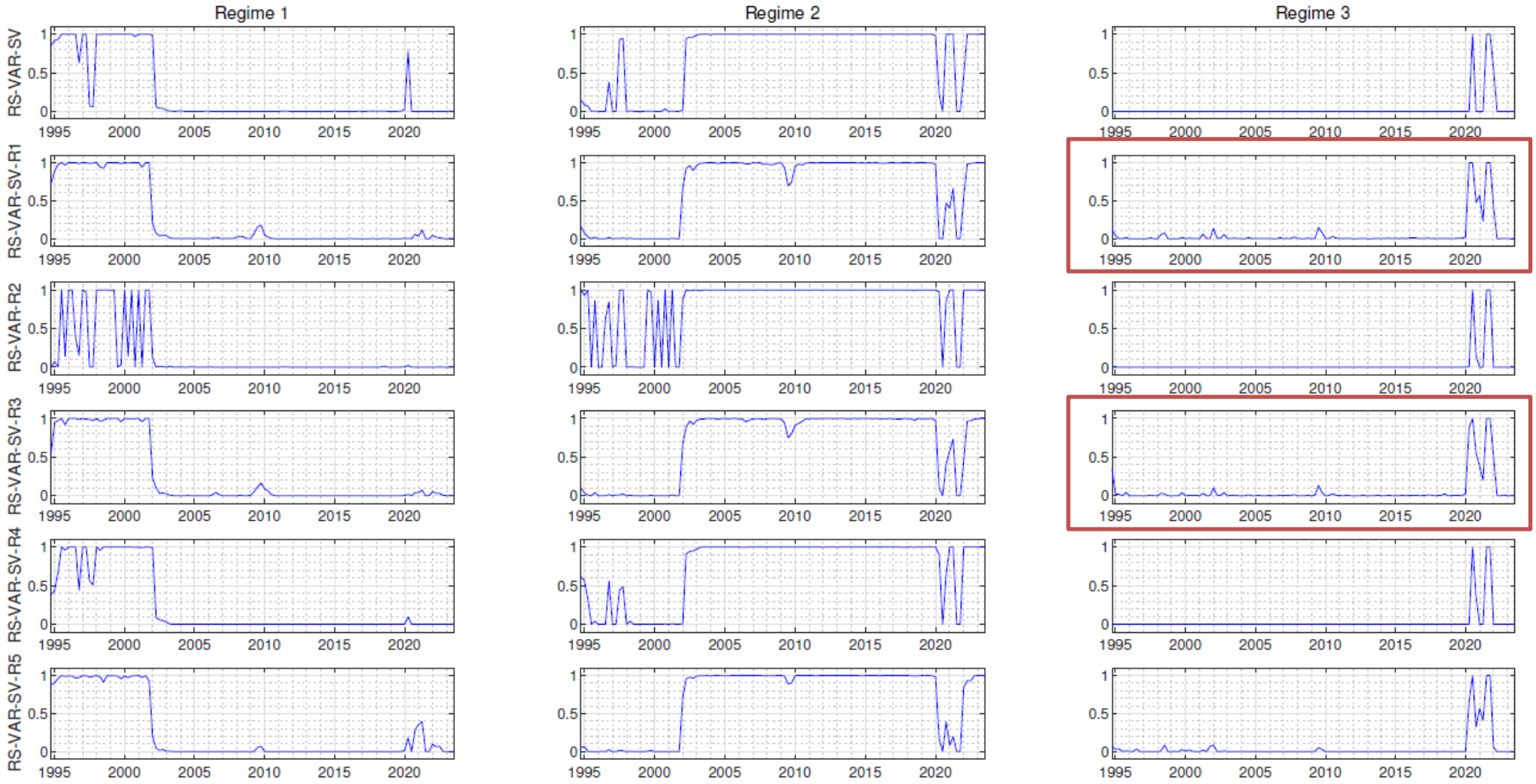
Resultados: Extendiendo la muestra para incluir la pandemia de COVID-19

- **Comparación de modelos:**

Model	Log-ML	Rank
CVAR	−1691.5 (0.011)	14
RS-VAR-SV($r = 2$)	−1651.5 (0.062)	9
RS-VAR-SV-R1 ($r = 2$)	−1582.2 (0.798)	2
RS-VAR-R2 ($r = 2$)	−1640.1 (0.022)	8
RS-VAR-SV-R3 ($r = 2$)	−1609.7 (0.807)	4
RS-VAR-SV-R4 ($r = 2$)	−1735.2 (0.522)	19
RS-VAR-SV-R5 ($r = 2$)	−1620.6 (0.597)	6
RS-VAR-SV ($r = 3$)	−1680.3 (0.3711)	11
RS-VAR-SV-R1 ($r = 3$)	−1576.0 (0.098)	1
RS-VAR-R2 ($r = 3$)	−1687.1 (1.446)	12
RS-VAR-SV-R3 ($r = 3$)	−1620.5 (1.064)	5
RS-VAR-SV-R4 ($r = 3$)	−1696.7 (0.704)	16
RS-VAR-SV-R5 ($r = 3$)	−1720.0 (1.539)	18
RS-VAR-SV ($r = 4$)	−1687.5 (0.256)	13
RS-VAR-SV-R1 ($r = 4$)	−1583.8 (0.163)	3
RS-VAR-R2 ($r = 4$)	−1694.6 (0.7273)	15
RS-VAR-SV-R3 ($r = 4$)	−1632.0 (1.439)	7
RS-VAR-SV-R4 ($r = 4$)	−1703.4 (0.682)	17
RS-VAR-SV-R5 ($r = 4$)	−1666.7 (0.659)	10

Resultados: Extendiendo la muestra para incluir la pandemia de COVID-19

- **Probabilidades de transición**



Resultados: Extendiendo la muestra para incluir la pandemia de COVID-19

- **Volatilidad entre regímenes**

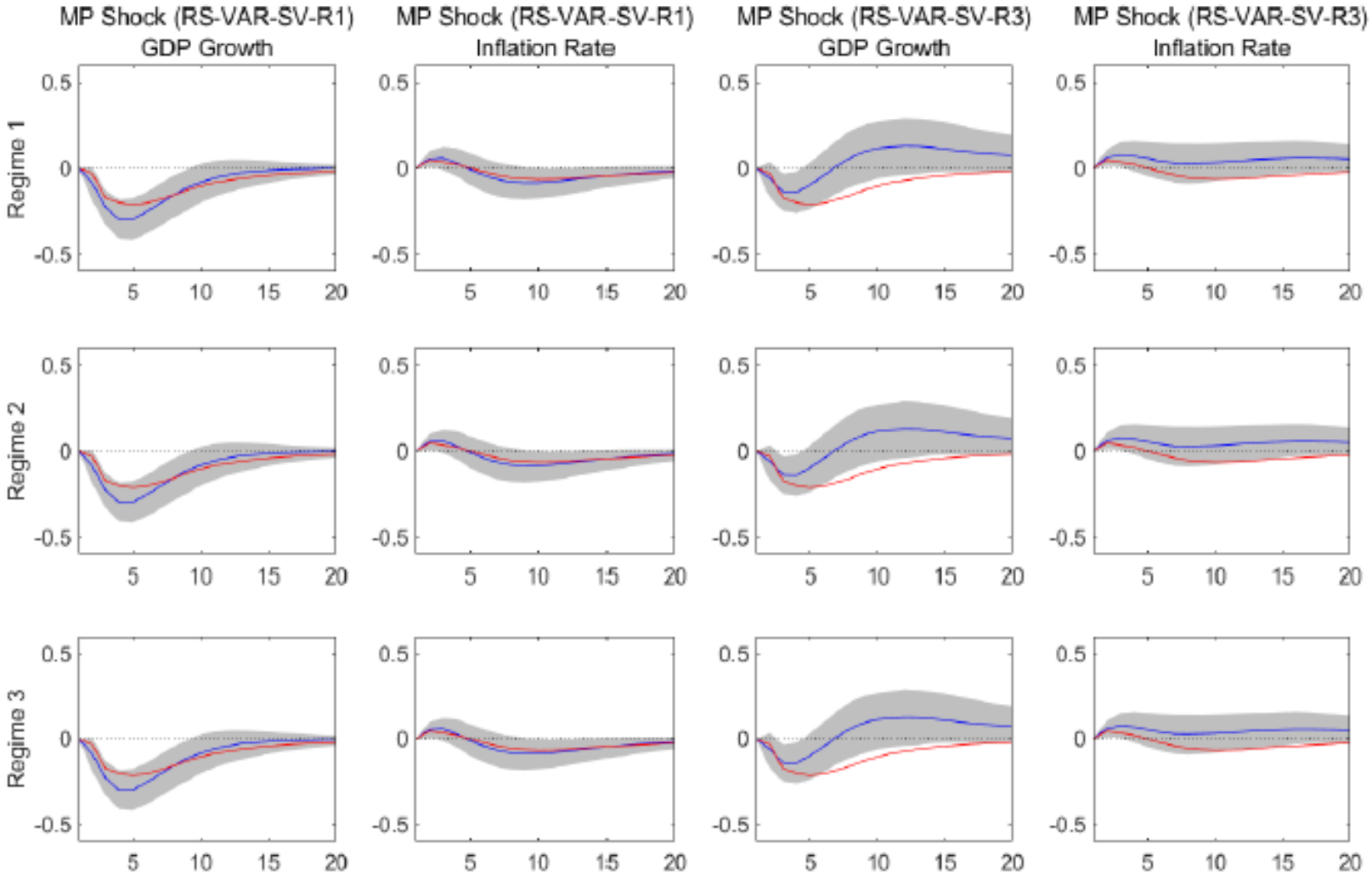
Desviaciones estándar normalizadas* con respecto al primer régimen (Modelos con $r = 3$)

Modelo	Régimen	Crecimiento de los términos de intercambio	Crecimiento del PBI real	Inflación	Crecimiento del circulante	Tasa de interés
RS-VAR-SV	2	2.719	0.424	0.946	0.759	0.035
	3	0.098	0.207	1.425	0.086	0.147
RS-VAR-SV-R1	2	1.065	0.353	0.586	0.323	0.013
	3	0.120	32.150	0.649	0.066	0.058
RS-VAR-SV-R3	2	1.063	0.341	0.524	0.296	0.016
	3	0.114	27.885	0.814	0.097	0.063
RS-VAR-SV-R4	2	2.279	0.699	0.770	0.425	0.026
	3	0.085	0.261	1.067	0.041	0.101
RS-VAR-SV-R5	2	1.051	0.580	0.794	0.557	0.112
	3	0.323	9.503	1.081	0.568	1.976

* Se utiliza el primer régimen como referencia, con desviaciones estándar normalizadas a 1.

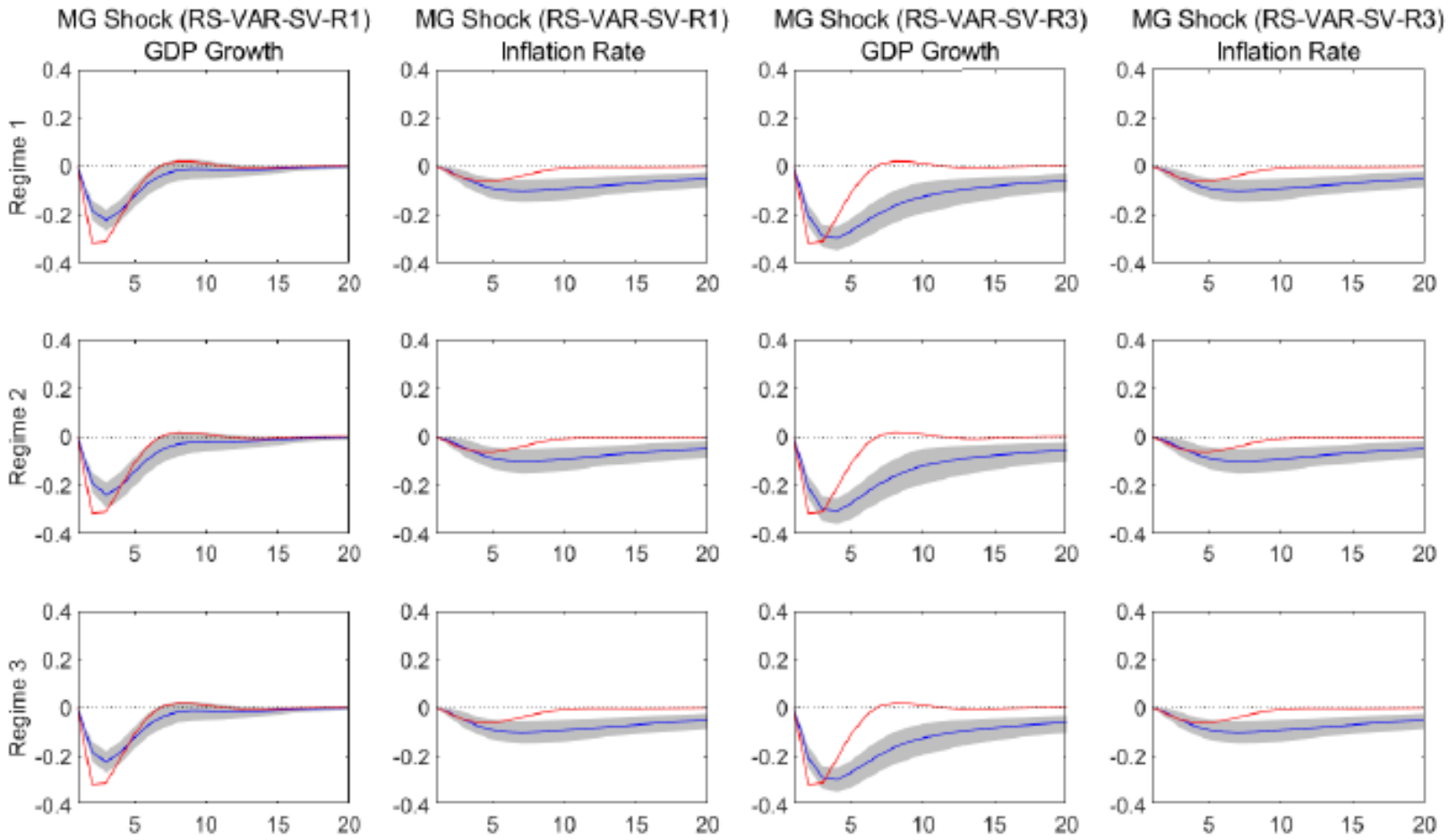
Resultados: Extendiendo la muestra para incluir la pandemia de COVID-19

- **Funciones Impulso-Respuesta**



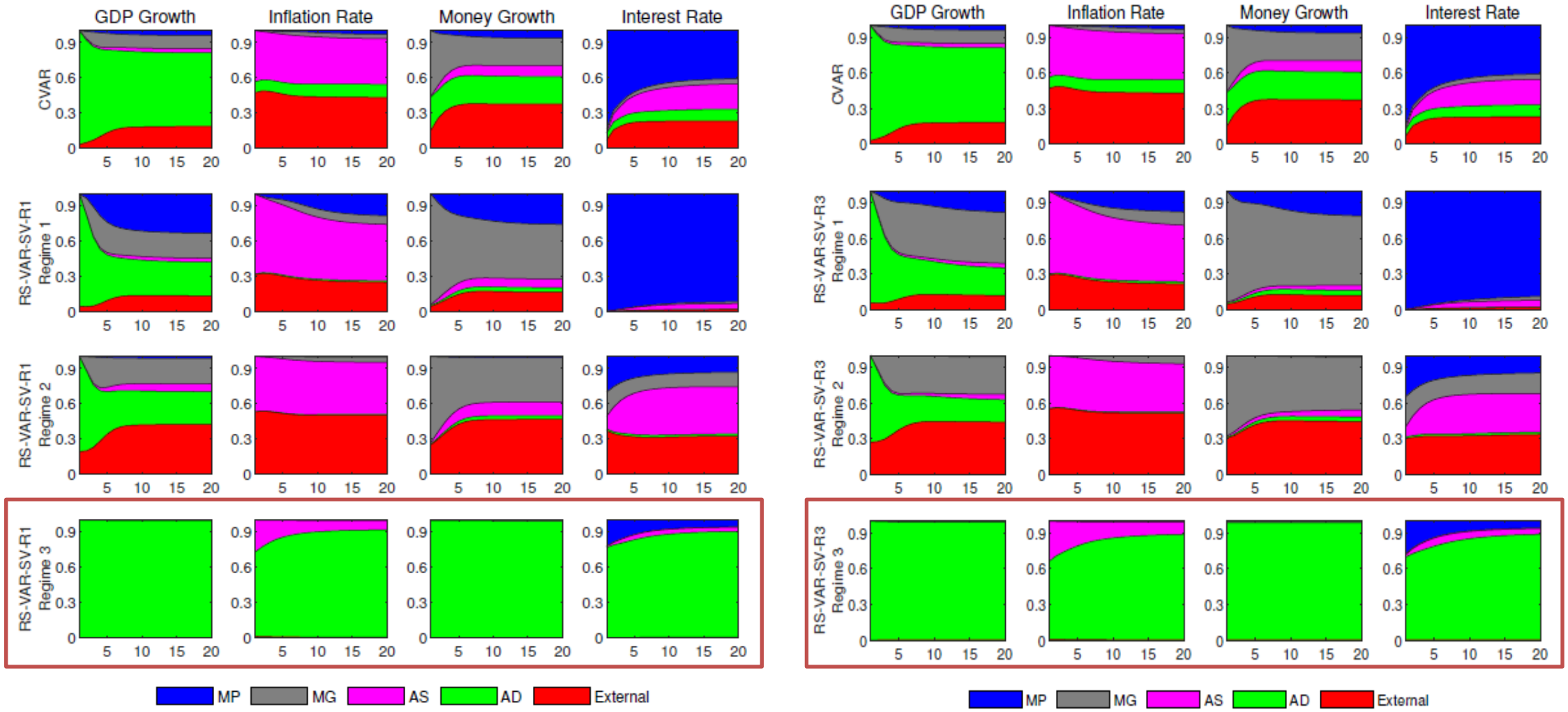
Resultados: Extendiendo la muestra para incluir la pandemia de COVID-19

- **Funciones Impulso-Respuesta**



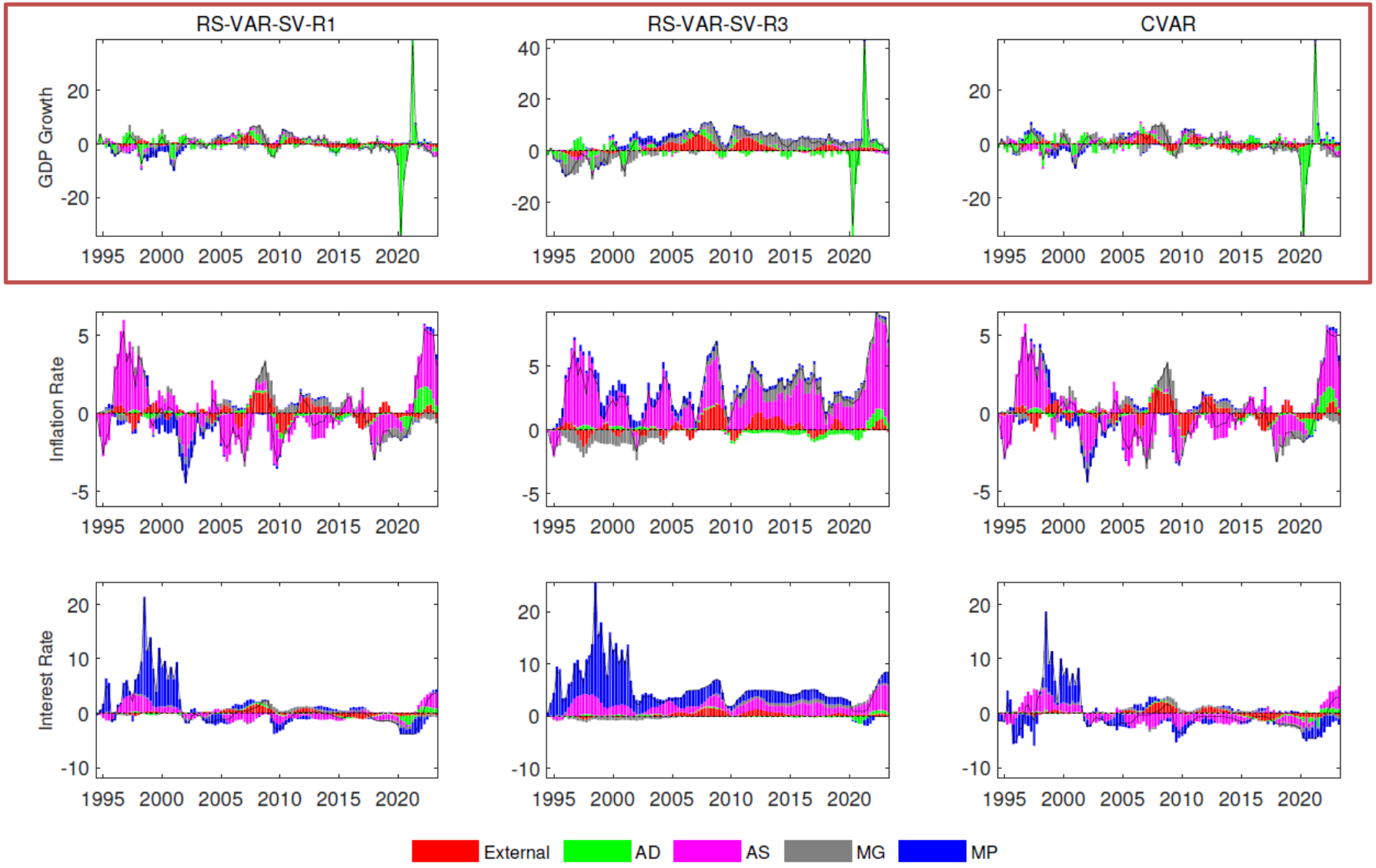
Resultados: Extendiendo la muestra para incluir la pandemia de COVID-19

- **FEVD**



Resultados: Extendiendo la muestra para incluir la pandemia de COVID-19

- **HD**



Contenido

1 Motivación

2 Modelos

3 Aplicación empírica

4 Resultados

5 Conclusiones

Conclusiones

- Se emplea un enfoque del modelo RS-VAR-SV propuesto por Chan y Eisenstat (2018) para analizar el impacto y la evolución de los choques de política monetaria y su contribución a la dinámica del crecimiento del PBI, la inflación y la tasa de interés en Perú durante 1994T3 – 2019T4.
- El modelo que incluye solo SV se ajusta mejor a la economía peruana que el CVAR.
- Existencia de dos regímenes distintos. El cambio de régimen es resultado de la implementación del EMEI.
- Un aumento inesperado de 100 puntos básicos en la tasa de interés conduce a una contracción del 0.3% en el crecimiento del PBI real en ambos regímenes.
- En el primer régimen, los choques de política monetaria explican el 15%, 30% y 90% de la FEVD de la inflación, el crecimiento del PBI y la tasa de interés, respectivamente, mientras que, en el segundo régimen, la contribución de estos choques pierde relevancia en comparación con los choques externos.
- Los choques de política monetaria tienen una participación significativa en la HD de las variables domésticas en el período anterior al EMEI, disminuyendo considerablemente después de 2002.
- Agenda: (i) incorporar restricciones de largo plazo o de signo, (ii) incorporar variables externas como crecimiento de principales socios comerciales de Perú o la tasa de interés de la Fed, y (iii) dado el papel de los bancos en amplificar o reducir los efectos de los choques de política monetaria a través del crédito, se podrían incluir variables asociadas con los préstamos bancarios.

Muchas gracias