

# Régimen y dinámica inflacionaria subyacente: ¿comovimiento generalizado o ajuste de precios relativos?

Tomás Castagnino y Laura D'Amato\*

## 1. INTRODUCCIÓN

Suele definirse en forma general a la inflación como un alza persistente y generalizada del nivel de precios. El alcance de esta noción de inflación parece estar restringido al caso de las altas inflaciones de origen monetario *à la Cagan*, en las que predomina el ajuste absoluto de los precios. No es obvio, sin embargo, que la dinámica, inflacionaria este siempre dominada por un fuerte comovimiento en los ajustes sectoriales de precios ni tampoco que haya un predominio de cambios absolutos en los precios por sobre los ajustes de precios relativos. Es más, cabe esperar que en tiempos normales, cuando la inflación se mantiene en niveles relativamente bajos, los movimientos transitorios en los precios relativos expliquen una alta porción de la variabilidad de la inflación, ya que esta no sigue una tendencia, sino más bien tiene movimientos erráticos que en promedio, tienden a cancelarse. En alta inflación, la presencia de una tendencia en la inflación agregada reflejaría una mayor importancia del componente

\* T. Castagnino y L. D'Amato, funcionarios del Banco Central de la República Argentina (BCRA). Los autores agradecen a Daniel Heymann, Sebastián Katz, Andrew Levin y George McCandless por sus valiosos aportes a distintas versiones de este documento, así como también los comentarios y sugerencias recibidos en la XII Reunión de la Red de Investigadores de Bancos Centrales del Continente Americano, celebrada en el Banco de España, en Madrid, los días 5, 6 y 7 de noviembre de 2007; y en la XLIII Reunión Anual de la AAEP, noviembre de 2008. Las opiniones vertidas en el presente documento son exclusiva responsabilidad de los autores y no comprometen al BCRA.

común en las variaciones de precios, o sea más comovimiento, lo que no implica necesariamente la ausencia de ajustes de precios relativos persistentes o de mediano plazo en contextos de alta inflación (ver Reis y Watson, 2007; y Castagnino y D'Amato, 2008).

La inflación es el resultado visible de múltiples decisiones de precios en respuesta a cambios en los costos de producción, a las condiciones de demanda y a señales de la política económica. El tipo de respuesta a esos impulsos depende del entorno en el que los agentes toman las decisiones de precios. La dinámica inflacionaria es, en ese sentido, *régimen específica*, en tanto depende de la forma en que la política económica y en particular la política monetaria operan.

La dependencia de la dinámica inflacionaria en el régimen monetario fue notada inicialmente por Fisher (1981), que enfatiza que las políticas monetarias laxas podrían haber perpetuado los efectos de los choques de oferta en el caso de Estados Unidos en el decenio de los años setenta y también por Ball y Mankiw (1995), que discuten como la distribución de los ajustes sectoriales de precios podía estar influenciada por el entorno inflacionario.

Sin embargo, el concepto de régimen ha permanecido bastante impreciso en la literatura, ya que se trata de uno no observable asociado a factores institucionales que definen un marco a las interacciones entre la política económica y los agentes privados, que influye en la formación de expectativas y la toma de decisiones por parte de estos últimos. En todo caso, podemos intentar identificar regímenes a partir de los resultados que surgen de esas interacciones. En particular, se puede pensar que la tasa media de inflación que prevalece en una economía por periodos de tiempo algo prolongados puede ser una variable sustituta del régimen monetario prevaleciente. Este es el enfoque que adopta la literatura reciente que estudia los efectos de suponer una inflación tendencial positiva en el marco de los modelos nekeynesianos estándar.<sup>1</sup> Desde una perspectiva empírica, también la literatura que se ha dedicado recientemente a estudiar cambios en la persistencia inflacionaria encuentra alguna evidencia de que cambios en la tasa media de inflación aparecen asociados a cambios de régimen monetario.<sup>2</sup> El uso de la inflación tendencial como criterio de identificación de regímenes ignora un rasgo importante del

<sup>1</sup> Ver al respecto Kiley (2007), Blake y Fernández-Corugedo (2006), y Ascari y Ropele (2007), entre otros.

<sup>2</sup> Ver por ejemplo Levin y Pigier (2004), Altissimo *et al.* (2006) y Angeloni *et al.* (2006) y D'Amato *et al.* (2007) para el caso de Argentina.

comportamiento de la inflación, que es la dinámica de ajuste sectorial de precios subyacente a una inflación tendencial dada. Por un lado, la vigencia de un régimen puede anteceder a su manifestación a partir de la ocurrencia de un choque, en términos de esa dinámica de precios relativos subyacente, por lo que la identificación de cambios de régimen por medio de alguna variable sustituta, como la tasa media de inflación, puede ser también bastante imprecisa.

Por otro lado, las dinámicas de ajuste sectorial relevantes pueden ser distintas para diferentes economías. En las economías abiertas y pequeñas, frecuentemente sujetas a desequilibrios externos, suele ser la propia política macroeconómica una fuente importante de variabilidad de precios relativos, usualmente a través de ajustes orientados a corregir desequilibrios del tipo de cambio real (TCR). En ese sentido, la dinámica transables-no transables parece ser relevante para el comportamiento de la inflación en esas economías, en contraste con las industriales, para las que los choques sobre los precios de la energía y los alimentos son predominantes para explicar la variabilidad de la inflación.

En ambos casos tiene interés estudiar en qué medida la transmisión de choques agregados de distinta naturaleza puede cambiar en términos de su generalización y persistencia, dependiendo del entorno inflacionario.

Con ese interés estudiamos la dinámica inflacionaria y su relación con el régimen en Argentina y Estados Unidos durante los últimos cincuenta años, periodo en el que ambos países atravesaron por inflaciones altas, moderadas y bajas. Las diferencias de tamaño y grado de desarrollo entre ambas economías son bien marcadas. También lo es el tipo de choque agregado al que predominantemente estuvieron sujetas. En Estados Unidos, los choques sobre los precios de la energía y los alimentos parecen haber sido predominantes en los años setenta y ochenta. En Argentina han prevalecido las correcciones cambiarias orientadas a corregir desequilibrios externos o a estabilizar la inflación usando como ancla el tipo de cambio nominal.

Nos interesa estudiar en qué medida la dinámica inflacionaria puede cambiar dependiendo del entorno inflacionario y de la naturaleza de los choques. Comenzamos por identificar regímenes por medio de los cambios en la inflación tendencial utilizando la prueba de Bai y Perron (2003) de quiebres múltiples en la sección 2. En la sección 3 avanzamos en la caracterización de los regímenes, estudiando el grado de comovimiento inducido por los choques agregados en las inflaciones sectoriales ante distintos entornos inflacionarios y también cuán persistente es ese comovimiento

dependiendo del régimen. Para ello, construimos una medida de la respuesta conjunta de las inflaciones sectoriales a los choques agregados, dada por la porción de varianza explicada por el primer componente principal de la inflación IPC y estudiamos su evolución. En la sección 4 utilizamos el análisis en el dominio de la frecuencia para analizar la presencia de patrones sectoriales identificables en las respuestas a los choques agregados. Finalmente, en la sección 5 concluimos.

## 2. REGÍMENES INFLACIONARIOS: UNA PRIMERA APROXIMACIÓN UTILIZANDO LA PRUEBA DE BAI-PERRON

Comenzamos por identificar regímenes considerándolos como inobservables que pueden aproximarse mediante la inflación tendencial, medida por la tasa media de inflación. Utilizamos la prueba de Bai-Perron para identificar esos cambios. En el cuadro 1 mostramos las inflaciones tendenciales correspondientes a los distintos regímenes identificados para Argentina y Estados Unidos.

**CUADRO 1. REGÍMENES MONETARIOS E INFLACIÓN TENDENCIAL: ARGENTINA Y ESTADOS UNIDOS, 1960-2007**

<i>Argentina</i>		<i>Estados Unidos</i>	
<i>Régimen</i>	<i>Tasa media de inflación mensual (%)</i>	<i>Régimen</i>	<i>Tasa media de inflación mensual (%)</i>
Inflación moderada 1961m01-1974m12	2.09	Inflación baja 1960m01-1966m12	0.13
Inflación alta 1976m07-1982m06	6.08	Inflación moderada 1967m01-1972m12	0.32
Inflación muy alta 1982m07-1988m06	9.74	Inflación alta 1974m01-1981m12	0.47
Inflación baja 1993m01-2001m12	0.04	Desinflación 1982m01-1990m12	0.32
Inflación baja-moderada 2003m01-2006m12	0.67	Inflación baja 1991m01-2007m12	0.18

En el caso de Estados Unidos, encontramos un régimen de baja inflación entre 1961 y 1967, uno de inflación moderada, entre 1967 y 1972, periodo en el que según De Long (1997) y Sargent (1999), entre otros, la

decisión de explotar el *tradeoff* inflación-desempleo crea un entorno inflacionario que, entre 1974 y 1981, con la ocurrencia de sucesivos choques petroleros, se refleja en una inflación tendencial considerablemente más alta.<sup>3</sup> A este último régimen, al que llamamos de alta inflación, sigue la desinflación impulsada por la Reserva Federal (Fed) durante el mandato de Volcker, entre 1982 y 1990 y finalmente un periodo de baja inflación desde 1991 hasta 2007 en el que la Fed parece haberse enfocado, con éxito, en el control de la inflación, a pesar de los choques sobre los precios de la energía y los alimentos ocurridos desde 1999.

En Argentina, los cambios de régimen aparecen asociados en general a episodios devaluatorios vinculados a crisis cambiarias o financieras, o bien a estabilizaciones basadas en el uso del tipo de cambio nominal como ancla para la inflación. Encontramos un régimen de inflación moderada, entre 1961 y 1974, uno de alta inflación entre 1976 y 1981 y un régimen de inflación muy elevada entre 1982 y 1988, que culmina en dos episodios hiperinflacionarios en 1989 y 1990. Excluyendo las hiperinflaciones y la desinflación que siguió a la implementación del esquema cambiario/monetario de la convertibilidad entre 1991m4 y 1992m12, identificamos un régimen de inflación baja entre 1993 y 2006. Al interior de ese régimen es posible diferenciar, una vez que se considera separadamente, dos regímenes: uno de muy baja inflación durante la vigencia de la convertibilidad, entre 1993 y 2001, en el que la economía atravesó un periodo de desinflación y, luego de la devaluación de enero de 2002 y la adopción de un esquema cambiario de flotación administrada, un periodo de inflación moderada/baja entre 2003 y 2006.

Una característica que sobresale en el cuadro 1 es la marcada diferencia en las inflaciones tendenciales de Argentina y Estados Unidos, particularmente en los regímenes de inflación moderada y alta. También llama la atención el hecho de que la inflación tendencial en el régimen de baja inflación en Argentina sea considerablemente más reducida que la de Estados Unidos (0.04% vs. 0.18%), lo que quizá se debe a que Argentina experimentó una desinflación durante parte de ese régimen, mientras que en Estados Unidos no se observa un tendencia definida en baja inflación. Ambas observaciones sugieren que las dinámicas inflacionarias subyacentes pueden diferir bastante entre ambas economías.

<sup>3</sup> Excluimos deliberadamente las observaciones correspondientes a 1973 del periodo de alta inflación, debido a que en ese año el primer choque petrolero impactó muy fuertemente sobre la dinámica inflacionaria, lo que podría distorsionar los resultados para el periodo en cuestión.

Aunque se trata de economías muy distintas en tamaño y nivel de desarrollo económico, hecho que se refleja en una diferente composición de su canastas de consumo, la comparación de Argentina con Estados Unidos tiene particular interés por la distinta naturaleza de los choques que parecen haber dominado la dinámica de la inflación en ambos países: en Estados Unidos, los choques sobre los precios de los alimentos y la energía han constituido una fuente importante de innovaciones a la tasa de inflación. Por el contrario, en Argentina, como en otras economías emergentes, los de política han predominado.

El cuadro 2, que compara la inflación de alimentos y energía con el resto de la inflación IPC en los distintos regímenes para ambos países, ilustra con claridad esa diferencia: en Estados Unidos la inflación de alimentos y energía supera al resto tanto en el régimen de alta como el de baja inflación, cuando tienen lugar los choques sobre la energía y los alimentos. En Argentina, por el contrario, la dinámica inflacionaria difícilmente podría explicarse por esos choques. La magnitud del fenómeno inflacionario sugiere que otros determinantes, de origen local tienen que haber estado operando para explicar las elevadísimas tasas de inflación observadas en esos años y su posterior descenso.

**CUADRO 2.** INFLACIÓN DE ALIMENTOS Y ENERGÍA, Y RESTO: ARGENTINA Y ESTADOS UNIDOS, 1960-2007

<i>Argentina</i>			<i>Estados Unidos</i>		
<i>Régimen</i>	<i>Alimentos y energía (%)</i>	<i>Resto (%)</i>	<i>Régimen</i>	<i>Alimentos y energía (%)</i>	<i>Resto (%)</i>
Inflación moderada 1961m01-1974m12	1.99	2.14	Inflación baja 1960m01-1966m12	0.12	0.14
Inflación alta 1976m07-1982m06	6.11	6.04	Inflación moderada 1967m01-1972m12	0.28	0.34
Inflación muy alta 1982m07-1988m06	9.58	9.81	Inflación alta 1974m01-1981m12	0.51	0.45
Inflación baja 1993m01-2001m12	0.02	0.04	Desinflación 1982m01-1990m12	0.26	0.33
Inflación baja-moderada 2003m01-2006m12	0.54	0.72	Inflación baja 1991m01-2007m12	0.22	0.16

### 3. REGÍMENES INFLACIONARIOS Y COMOVIMIENTO

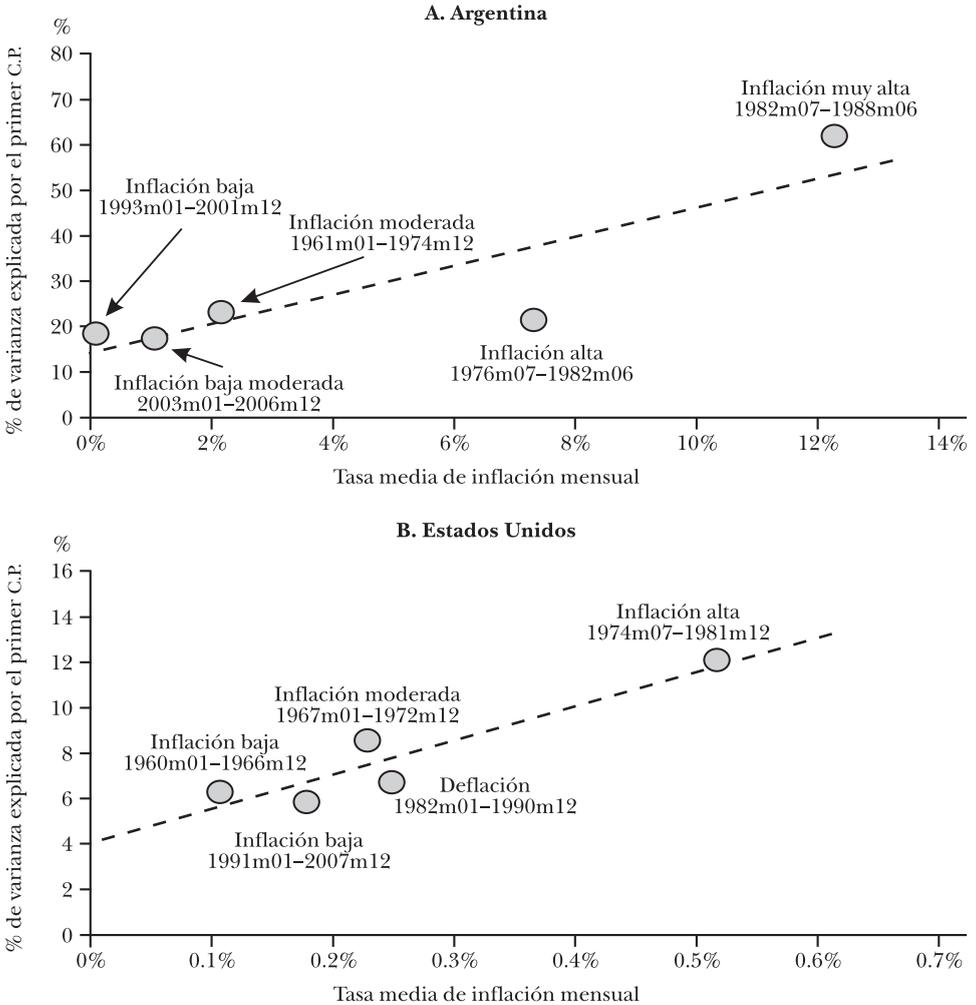
Los regímenes inflacionarios pueden caracterizarse en forma amplia por los mecanismos de transmisión de los choques a la tasa de inflación y también por el predominio de cierto tipo de choque agregado. Por ejemplo, en economías altamente inflacionarias, como Argentina hacia fines de los ochenta, en las que expectativas inflacionarias dominan el comportamiento del dinero y los precios, debería observarse un comovimiento fuerte en las inflaciones sectoriales. En contraste, en economías con baja inflación deberían predominar los movimientos idiosincrásicos en los precios, con escaso comovimiento tendencial entre las inflaciones sectoriales. Es decir, las respuestas sectoriales a los choques pueden ser diferentes dependiendo del entorno (régimen) y también del tipo de choque predominante.

Para indagar sobre estas diferencias, consideramos una medida de la respuesta conjunta de las inflaciones sectoriales a los choques agregados, dada por la porción de varianza explicada por el primer componente principal de la inflación IPC.<sup>4</sup> Una alta porción de la varianza conjunta de las inflaciones sectoriales que componen el IPC explicada por el primer componente indica un alto comovimiento en las inflaciones sectoriales. Esperamos que la ocurrencia de choques agregados induzca un mayor comovimiento, llevando a un aumento en la varianza explicada por ese primer componente principal. Nuestra intuición es que la persistencia del comovimiento inducido por los choques puede variar dependiendo del entorno inflacionario.

Los *cross-plots* en la gráfica I muestran la relación entre la inflación tendencial y la porción de varianza explicada por el primer componente principal de la inflación para Argentina y Estados Unidos. Aún cuando las diferencias de magnitud en la inflación tendencial entre Argentina y Estados Unidos en alta inflación son bastante significativas, así como también lo es la porción explicada por el primer componente principal, un rasgo común a ambas economías es que a medida que crece la inflación tendencial la porción de varianza explicada por el primer componente principal se incrementa, lo que refleja un comovimiento creciente entre las inflaciones sectoriales. Es decir, en entornos de alta inflación crece el comovimiento entre las inflaciones sectoriales y tiende a predominar por sobre los movimientos idiosincrásicos.

<sup>4</sup> Ver anexo 1 para un detalle de las series de inflación sectorial IPC utilizadas en los casos de Argentina y Estados Unidos y anexo 2 para una descripción de la metodología utilizada para la estimación de los choques comunes.

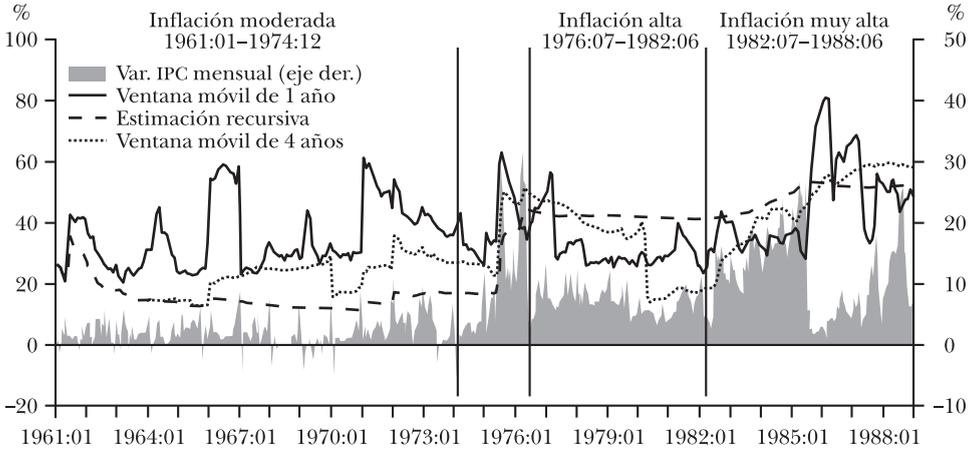
**GRÁFICA I. INFLACIÓN TENDENCIAL Y PORCIÓN DE VARIANZA EXPLICADA POR EL PRIMER COMPONENTE PRINCIPAL DE LA INFLACIÓN**



Para estudiar la transmisión de choques agregados a la inflaciones sectoriales y el grado de comovimiento que ellos generan en distintos entornos construimos tres estimadores: *i*) un estimador recursivo que comienza a calcularse un año antes de la observación inicial de la muestra y se recalcula a medida que se agregan observaciones, *ii*) una ventana móvil de cuatro años, y *iii*) una ventana móvil de un año.

En las gráficas II a V presentamos la evolución de la tasa de inflación en los distintos regímenes, junto con la evolución de los tres estimadores

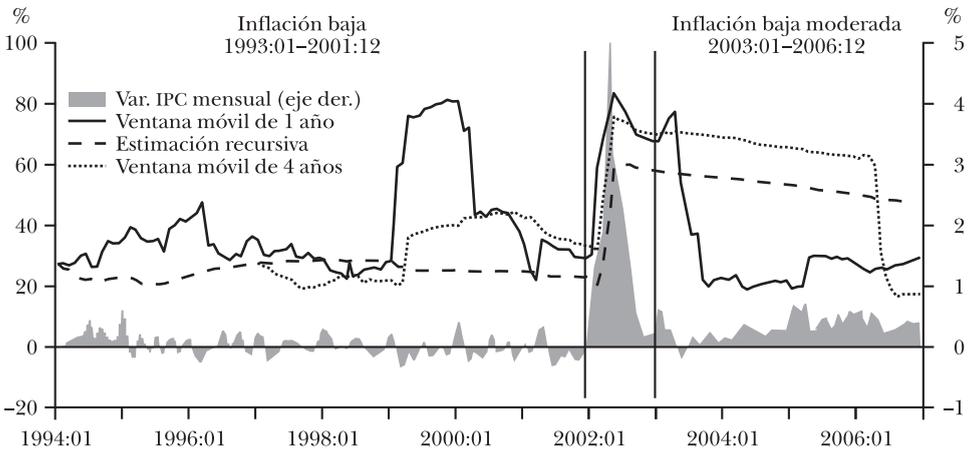
**GRÁFICA II. ARGENTINA, 1960-1988**



de los choques comunes. Para ambas economías mostramos separadamente la trayectoria temporal de estos indicadores en los periodos previo y posterior a la desinflación.

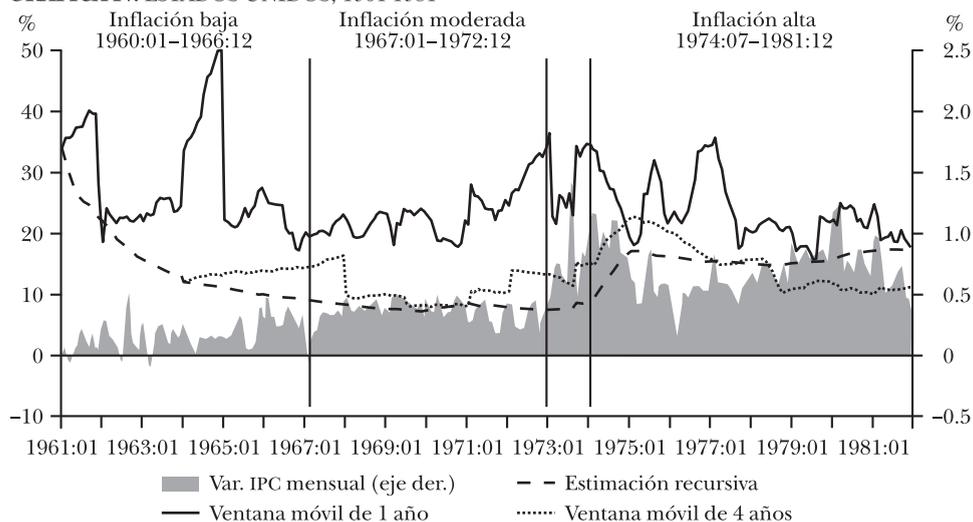
La estimación de ventana móvil a un año permite identificar fácilmente choques de cierta magnitud, que inducen un fuerte comovimiento en las inflaciones sectoriales aun cuando este sea temporal. Estos choques se evidencian en picos en la varianza explicada por el primer componente principal, que refleja un comovimiento generalizado de las inflaciones sectoriales. Esto parece ir en línea con los argumentos de Sheshinski y

**GRÁFICA III. ARGENTINA, 1994-2006**



Weiss (1977) y Dotsey *et al.* (1999), que sugieren que cambios importantes y repentinos de las condiciones del mercado generan coordinación en los ajustes de precios.

GRÁFICA IV. ESTADOS UNIDOS, 1961-1981



Al identificar los eventos vinculados a esos picos aparece un patrón bien diferenciado entre ambas economías: en Estados Unidos hay un claro predominio de los choques sobre los precios de energía y alimentos como principal fuente de variabilidad de la inflación (ver picos en 1973, 1979, 1987, 1991, 1999, 2001, 2004 y 2007).<sup>5,6</sup>

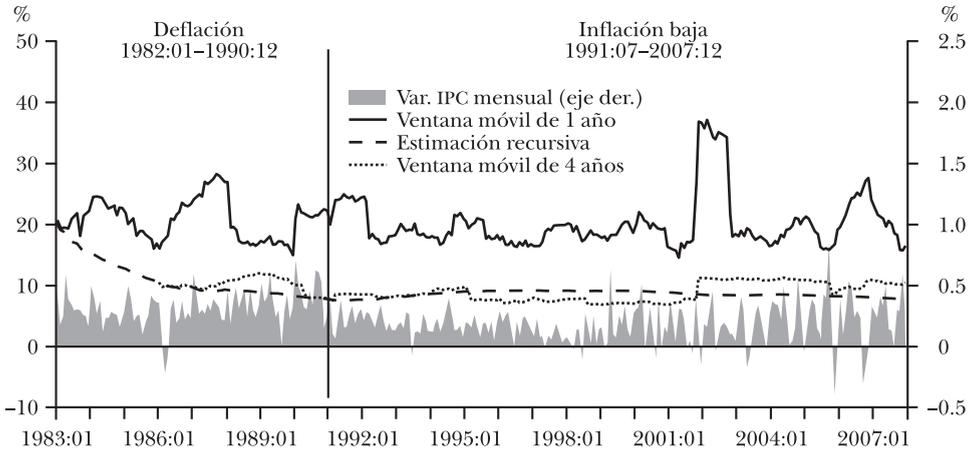
En cambio, en Argentina los picos aparecen claramente asociados a devaluaciones nominales, usualmente precedidas de periodos de apreciación real como en 1961, 1964, 1966, 1969, 1971 y 1975. Este último episodio, conocido como el *Rodrigazo*, indujo un brote inflacionario de gran magnitud, luego de un periodo de fuertes controles de precios. También se destaca el pico asociado a la devaluación del peso en 1982, en respuesta a la crisis cambiaria y financiera desencadenada por la crisis de la deuda externa, después de un largo periodo de fuerte apreciación real. Este último episodio también fue seguido de una fuerte aceleración inflacionaria. En

<sup>5</sup> Ver al respecto De Gregorio *et al.* (2007).

<sup>6</sup> También se puede observar un pico de gran magnitud en 1964, que podría estar asociado al inicio del conflicto bélico en Vietnam. El siguiente pico en 1971 corresponde el anuncio del abandono por parte de Estados Unidos del patrón oro.

junio de 1985 la caída generalizada en los precios sectoriales inducida por el programa de estabilización conocido como *Plan Austral* se evidencia en un aumento importante en el comovimiento entre las inflaciones sectoriales. En el periodo de baja inflación, se destacan el pico asociado a la devaluación brasileña de 1999, que tuvo un impacto casi instantáneo y generalizado sobre las inflaciones sectoriales y la devaluación que siguió al abandono del régimen de convertibilidad en el año 2002 y su traslado inmediato a los precios de los bienes transables.

GRÁFICA V. ESTADOS UNIDOS, 1982-2007



La estimación recursiva y la ventana móvil de cuatro años permite apreciar en qué medida los regímenes pueden influir la respuesta conjunta a choques de naturaleza similar, en términos del comovimiento que ellos inducen sobre las inflaciones sectoriales y su persistencia. Esto es claro en el caso de Estados Unidos. Allí los choques sobre los precios de la energía predominan en general como fuente de variabilidad de la inflación en ambos regímenes (alta y baja inflación), pero su impacto en alta inflación fue claramente persistente, como se evidencia mediante la estimación recursiva de la varianza explicada por el primer componente principal, que tiene un salto de nivel en 1973 que en ningún momento se corrige. Por el contrario, en baja inflación el alza del precio del petróleo en 1999 y los choques subsiguientes sobre los precios de la energía y los alimentos parecen haber tenido un efecto temporal sobre la inflación, ya que en ningún caso indujeron cambios persistentes en la varianza explicada por el primer componente principal. En otras palabras, a diferencia del

régimen de alta inflación, en el régimen más reciente, estos choques sólo provocaron algún comovimiento transitorio en las inflaciones sectoriales.

En el caso de Argentina se observa con bastante claridad como el tránsito hacia inflaciones tendenciales cada vez más elevadas se refleja en una mayor persistencia del comovimiento en las inflaciones sectoriales inducido por los choques agregados (ver gráfica II). Del mismo modo, en un entorno de inflación baja y estable a partir de la adopción de la convertibilidad, los choques agregados parecen haber tenido un efecto más transitorio sobre la inflación (ver gráfica III).

En los años sesenta y setenta, como se señaló antes, predominaron los choques devaluatorios. Su impacto sobre la inflación parece haber sido bastante transitorio en el régimen de inflación moderada y un poco más perdurable en alta inflación. El episodio inflacionario del Rodrigazo en 1975, que de hecho implicó un cambio de régimen en términos de la inflación tendencial (ver cuadro 1) tuvo un efecto permanente sobre la dinámica inflacionaria en términos de la porción de varianza explicada por el primer componente principal que salta de 20% a más de 40% y permanece en torno a ese valor. Prácticas indexatorias cada vez más extendidas y una demanda de dinero inestable y crecientemente gobernada por las expectativas inflacionarias tendieron a otorgar a la dinámica del dinero y los precios los rasgos de una inflación de origen monetario. La huida hacia una moneda de reserva como el dólar, estuvo presente en las siguientes crisis externas, como la de 1982, que culminó en una devaluación de magnitud considerable. Los efectos de la devaluación sobre la inflación nacional fueron persistentes y de hecho marcan el pasaje hacia un régimen de muy alta inflación. La tendencia creciente que se observa en la inflación a partir de ese momento fue acompañada por un comovimiento también creciente en las inflaciones sectoriales, como lo evidencia la estimación recursiva.

Como muestra la gráfica III, el pasaje hacia un régimen de inflación baja con la adopción de la convertibilidad redujo considerablemente el comovimiento en las inflaciones sectoriales y también parece haber creado un entorno en el que los efectos de los choques agregados se volvieron menos persistentes. En ese sentido, es notorio lo temporal y acotado del impacto del episodio devaluatorio de enero de 2002 tanto sobre la tasa de inflación IPC como sobre el comovimiento entre las inflaciones sectoriales, si se lo compara con el efecto de las devaluaciones en contextos de alta inflación.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Es interesante al respecto el trabajo de Burstein *et al.* (2005), quienes indagan sobre

Los resultados anteriores muestran que los regímenes inflacionarios se caracterizan no sólo por la inflación tendencial sino también por las distintas dinámicas inflacionarias que ellos inducen, en términos del grado de comovimiento entre las inflaciones sectoriales y de la incidencia de los choques agregados: la alta inflación tiende a perpetuar el comovimiento generado por esos choques. El tránsito desde inflaciones moderadas hacia regímenes de alta inflación no es inmediato, sino que parece gestarse con cierta lentitud. Aunque estos rasgos son comunes a ambas economías también es cierto que las diferencias en los niveles de inflación tendencial entre ambas son tan significativas como para que tenga especial interés indagar sobre sus causas. La muy distinta naturaleza de los choques que predomina en cada una de ellas puede quizás dar cuenta en parte de esas diferencias. En la sección que sigue indagamos con más detalle sobre los choques comunes y las respuestas sectoriales a ellos.

#### 4. COMOVIMIENTO Y PATRONES SECTORIALES DETRÁS DE LA DINÁMICA INFLACIONARIA

##### 4.1 Nuestra aproximación al problema: choques comunes, respuestas heterogéneas y análisis en el dominio de la frecuencia

Es posible racionalizar la inflación sectorial como explicada por dos factores: una respuesta a un choque macroeconómico común, el primer componente principal de la inflación, que se supone está guiado por fuerzas subyacentes no observables (por ejemplo, choques de oferta o demanda a los que están expuestos todos los sectores), y un factor idiosincrásico que podría reflejar la heterogeneidad sectorial en términos de demanda, tecnología, factores climáticos, etc. Formalmente, la dinámica de la inflación de cada sector  $i$  estaría dada por:

$$(1) \quad \pi_{it} = \lambda_i(L)U_t + \varepsilon_{it},$$

donde  $U_t = (u_t, u_{t-1}, \dots, u_{t-q})$  es un vector del choque común y sus rezagos relevantes,  $\lambda_i(L)$  es la respuesta del sector  $i$  a ese choque común (o lo que es lo mismo, la manera en que ese choque común se propaga en el caso particular de ese sector  $i$ ) y  $\varepsilon_{it}$  es el componente idiosincrásico de la inflación sectorial. Debe notarse que los sectores individuales pueden no reaccionar de manera igual a los choques comunes, dando cuenta de que

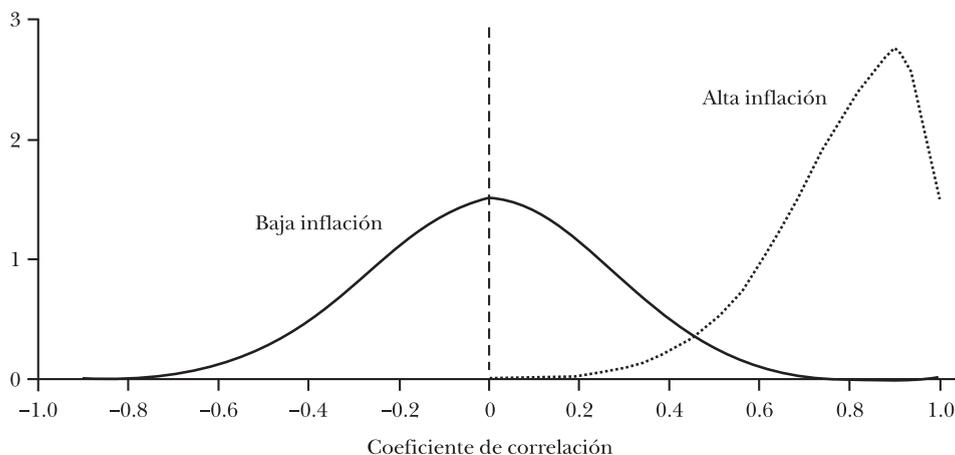
---

las causas de escaso traspaso de la devaluación de enero de 2002 a la inflación en el IPC.

existe también una fuente adicional de heterogeneidad que reside en las diferencias sectoriales en el mecanismo de transmisión del choque agregado. Esta heterogeneidad será mayor cuanto mayor sea la dispersión entre los polinomios  $\lambda_i(L)$ .

Asimismo, debe considerarse que la manera en que el choque común se transmite podría variar con el régimen de inflación. El entorno económico en el que operan los sectores incidirá, entonces, en las respuestas de formación de precios a choques agregados. Por consiguiente, como se explica en el gráfica VI, los regímenes de inflación alta estarían asociados a una distribución asimétrica y más homogénea de la respuesta de los sectores al choque común [en términos de la ecuación (1), los  $\lambda_i(L)$ ], lo cual indicaría la existencia de incentivos para ajustar los precios positivamente induciendo un comovimiento más generalizado entre sectores e imprimiendo una tendencia a la inflación agregada.

**GRÁFICA VI.** DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS TEÓRICAS DE LA RESPUESTA DE LAS INFLACIONES SECTORIALES AL CHOQUE COMÚN



Por el contrario, en un régimen de inflación baja cabría esperar que la distribución de las respuestas sea bastante más heterogénea y que, de no mediar choques de precios relativos de magnitud o persistencia significativa, no refleje un patrón saliente ni resulte en una tendencia de la inflación agregada. En presencia de choques de precios relativos de cierta magnitud, en cambio, entrarían en funcionamiento los mecanismos de ajuste convencionales, dando por resultado respuestas de distinto signo al choque común entre los distintos grupos de sectores, aunque sin

incidir sobre la tendencia de la inflación (porque habría compensaciones).

Estos rasgos específicos de cada régimen, en términos de comovimiento y respuestas sectoriales más o menos generalizadas, comunes a todas las inflaciones sectoriales o por grupos de sectores, tiene características más bien tendenciales. Esto se debe a que, la mayoría de las veces, los choques comunes tienen un efecto persistente o de largo plazo en la inflación, mientras que las innovaciones idiosincrásicas son generalmente transitorias o de corto plazo. Estos últimos movimientos en los precios no son de mayor interés para la política macroeconómica, que se supone debe reaccionar a cambios que son generalizados y persisten en el tiempo.

El análisis en el dominio de la frecuencia es una herramienta muy útil para detectar y separar las distintas fuentes de variabilidad de los datos ya que permite descomponer la evolución de una serie de tiempo en contribuciones periódicas a su varianza, proveyendo una descripción más natural de su estructura en términos de comportamiento cíclico en diferentes horizontes temporales o frecuencias (por ejemplo, corto y largo plazos).<sup>8</sup> En el caso bivariado, el análisis en el dominio de la frecuencia permite calcular la covarianza en una frecuencia determinada. En otras palabras, el análisis convencional de correlación en el dominio de tiempo puede trasladarse al dominio de la frecuencia.

Para indagar en qué medida las respuestas sectoriales a los choques comunes siguen algún patrón definido dependiendo del régimen, intentamos aproximar las respuestas sectoriales al choque común, los  $\lambda_i(L)$ , estimando el coeficiente de correlación del primer componente principal de la inflación y cada una de las series individuales de inflación para diferentes horizontes temporales. Para ello calculamos un coeficiente de correlación por bandas de frecuencia:

$$(2) \quad \rho(\omega_1, \omega_2) = \frac{Cov(\tilde{\pi}_i(\omega_1, \omega_2); \tilde{U}(\omega_1, \omega_2))}{\sqrt{Var(\tilde{\pi}_i(\omega_1, \omega_2))} \sqrt{Var(\tilde{U}(\omega_1, \omega_2))}},$$

donde  $\tilde{\pi}_i(\omega_1, \omega_2)$  y  $\tilde{U}(\omega_1, \omega_2)$  son series de tiempo específicas a la banda de frecuencia extraídas de los vectores de datos  $\pi_i$  e  $U$ , en este caso la inflación en el sector  $i$  y el primer componente principal de la inflación,<sup>9</sup> y  $Cov(\circ)$  y  $Var(\circ)$  son la covarianza y la varianza de esas series, respectivamente.

<sup>8</sup> En el anexo 3 se provee una descripción más detallada de la técnica.

<sup>9</sup> En el anexo 4 se describe con más detalle el proceso de filtrado en el dominio de la frecuencia.

## 4.2 Resultados

Se definieron dos bandas de frecuencia que denominamos *Corto Plazo* o de alta frecuencia (aquellas de ciclos inferiores a tres meses) y *Largo Plazo* o de baja frecuencia (aquellas de ciclos superiores a dos años). En las gráficas VII y VIII se presentan los histogramas de los coeficientes de correlación estimados del primer componente principal de la inflación y cada una de las series individuales para cada uno de los países en cada uno de los regímenes. La forma del histograma es una indicación del comovimiento entre las inflaciones sectoriales y cuán generalizado es este. Por un lado, la asimetría de la distribución es indicativa del comovimiento. Si el histograma concentra más frecuencia a su derecha, los sectores estarían respondiendo en promedio positivamente al choque común. Si lo hace a su izquierda, lo contrario estaría sucediendo. Si está centrado, las respuestas sectoriales se estarían compensando. Por otro lado, el grado de dispersión de los histogramas indica cuán generalizado es ese comovimiento. Cuanto menos dispersión muestren los histogramas, menos heterogeneidad habría en las respuestas al choque común y más generalizado sería el comovimiento entre las inflaciones sectoriales. Lo contrario ocurre a mayor dispersión.

De la observación de las figuras pueden distinguirse algunos rasgos que son comunes a ambos países. En los regímenes de inflación de moderada, alta y muy alta, las respuestas se acercan en promedio más a cero en el corto plazo, lo que demuestra una incidencia más débil del choque común en esta frecuencia. Sin embargo, si bien en el caso de Estados Unidos las distribuciones parecen estar centradas en cero, en el de Argentina están algo desplazadas a la derecha. En este último caso, los choques comunes agregados imponen (en promedio) una tendencia positiva en la actualización de los precios sectoriales incluso en el corto plazo. Las mayores tasas de inflación que Argentina ha experimentado explicarían este comportamiento diferencial.

Como se dijo, las características específicas de cada régimen, en términos de la dinámica de las inflaciones sectoriales que subyace al fenómeno agregado, se manifiestan más acabadamente en el largo plazo. En efecto, en esta frecuencia los regímenes de inflación moderada a muy alta suelen mostrar una mayor proporción de sectores que comueven positivamente con el choque común. Además, en línea con lo enfatizado en la sección anterior, cuanto mayor es la tasa de inflación agregada, más acentuado y generalizado es ese comovimiento. El ejemplo extremo de esta proposición es la experiencia argentina durante el régimen de inflación

muy alta de los años ochenta, cuando la distribución se ve casi colapsada en valores de correlación extremos.

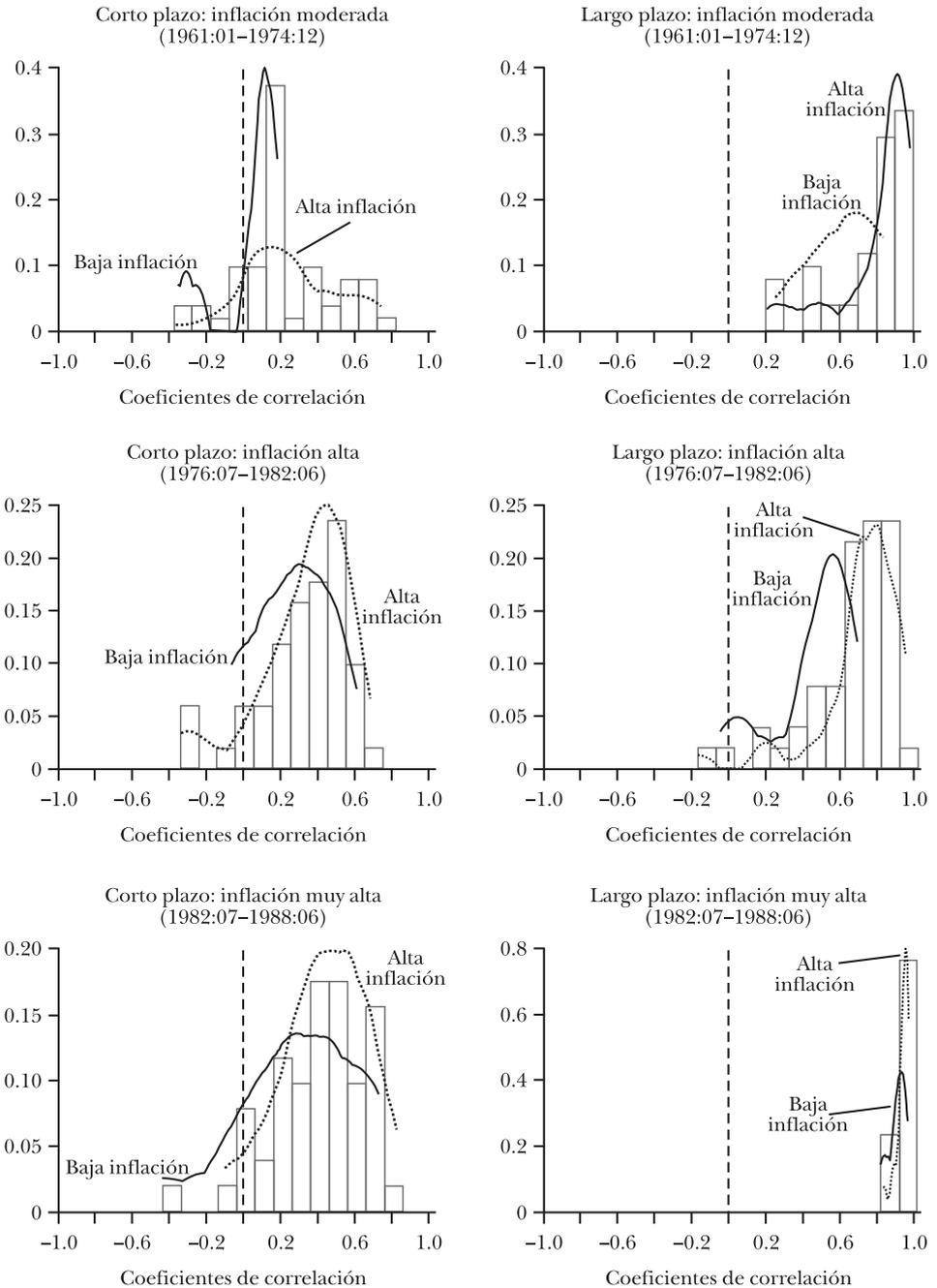
Por su parte, en los regímenes de baja inflación (incluida la desinflación estadounidense), las respuestas a los choques en el corto plazo se acercan en promedio aún más a cero (sobre todo en el caso de Estados Unidos), que indica una incidencia aún menor de los choques comunes en las inflaciones individuales. Las respuestas a largo plazo, en cambio, muestran patrones muy diferentes entre ambos países. Mientras que en el caso de Estados Unidos, como en el corto plazo, las respuestas sectoriales se mantienen dispersas y centradas en cero, en completa sintonía con lo que se espera para un periodo de baja inflación, lo observado para Argentina se aleja considerablemente de ese *a priori*, y muestra un comovimiento positivo y generalizado con el choque común.

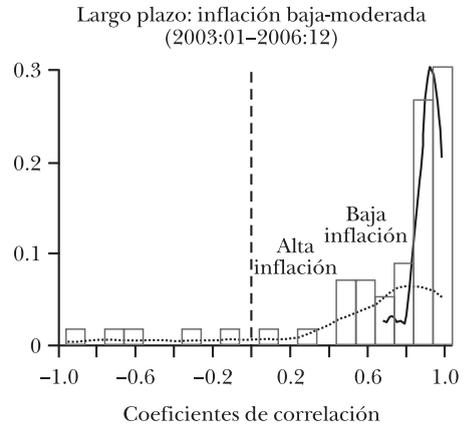
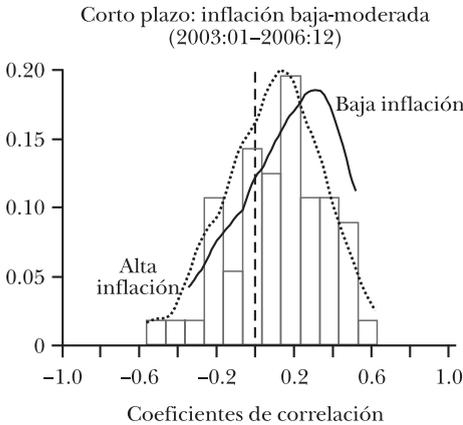
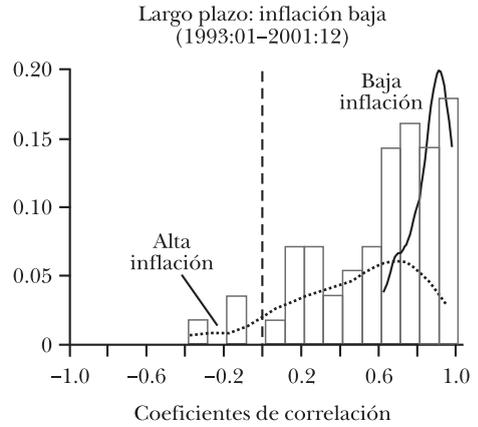
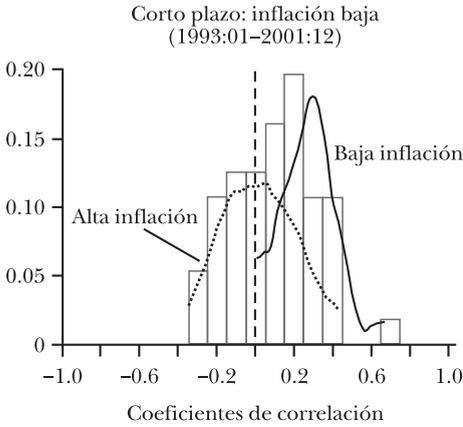
La identificación de patrones sectoriales detrás de la dinámica inflacionaria ayuda a explicar los rasgos descritos con mayor precisión. Como se sugirió, los choques sobre el TCR son una fuente importante de variabilidad de la inflación IPC en una economía abierta y pequeña. Más aún si, como Argentina, han experimentado varios episodios de crisis con ajustes drásticos de ese precio relativo. En ese sentido, una distinción entre sectores transables y no transables (cuyo precio relativo puede considerarse como una variable sustituta del TCR) parece ser *a priori* adecuada para Argentina. Por el contrario, una distinción entre alimentos y energía y el resto de los bienes y servicios parece ser *a priori* más adecuada para Estados Unidos, dado el vínculo entre los choques a esos precios y el índice general de inflación que usualmente se sugiere en su caso. En los cuadros 3 y 4 se muestran las respuestas promedio en el largo plazo para esos grupos de sectores en los distintos regímenes y se evalúa si las diferencias en esas respuestas son significativas (se empleó la prueba de Mann y Whitney de suma de rangos para evaluar diferencias en la media). Además, en cada uno de los histogramas superpusimos la estimación de la distribución de frecuencias de las respuestas de los bienes transables versus los no transables, en el caso de Argentina, y de alimentos y energía versus el resto de los sectores, en el caso de Estados Unidos.<sup>10</sup>

En el caso de Argentina, como se observa en la gráfica VII y el cuadro 3, las respuestas de transables y no transables a los choques comunes son significativamente diferentes en todos los regímenes, lo que corrobora la importancia que reviste esta dinámica de ajuste de precios relativos en

<sup>10</sup> Para ello se utilizó la técnica de estimación no paramétrica de Kernel.

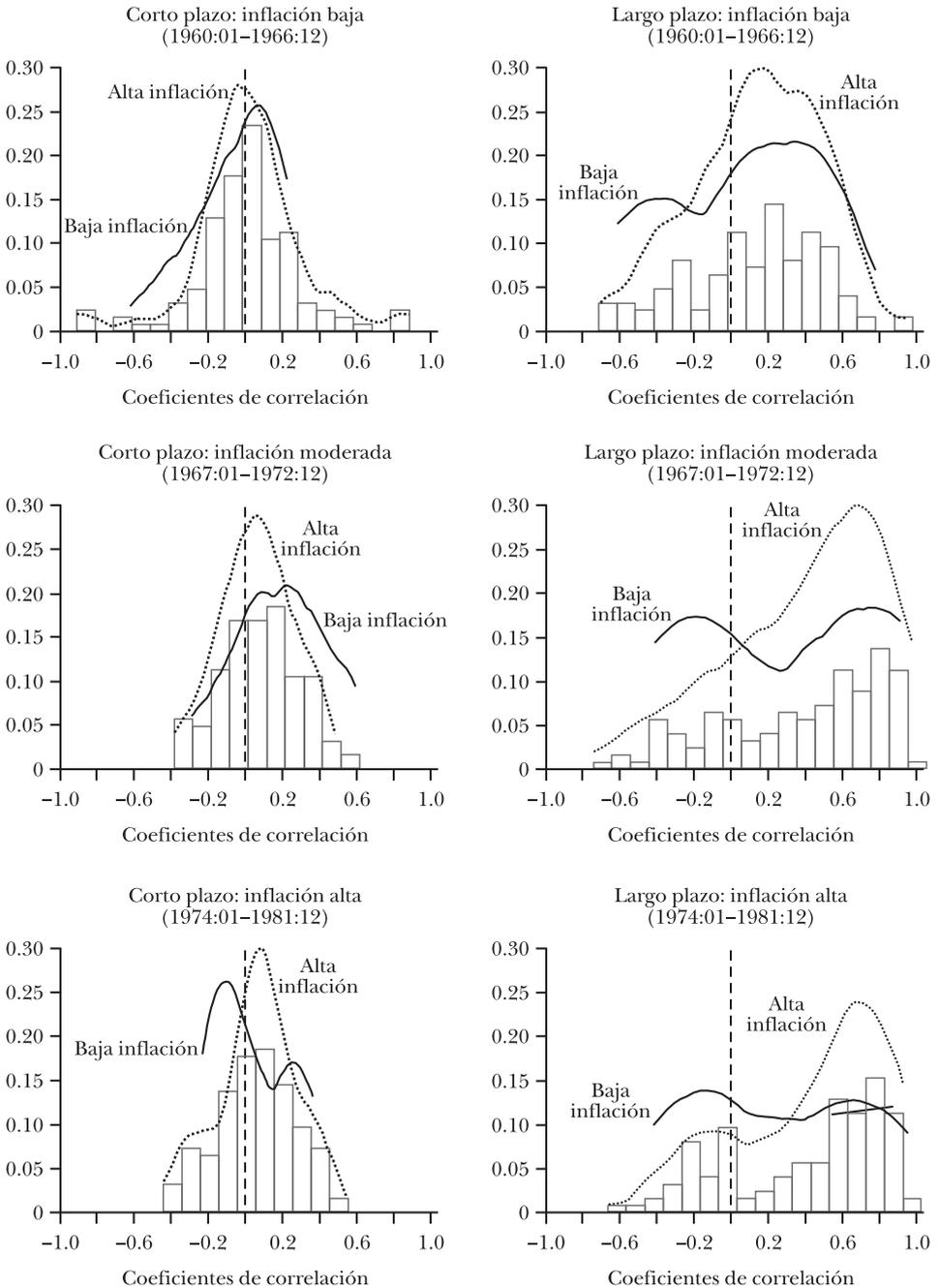
**GRÁFICA VII. ARGENTINA: RESPUESTAS SECTORIALES AL CHOQUE COMÚN, 1961-2006**

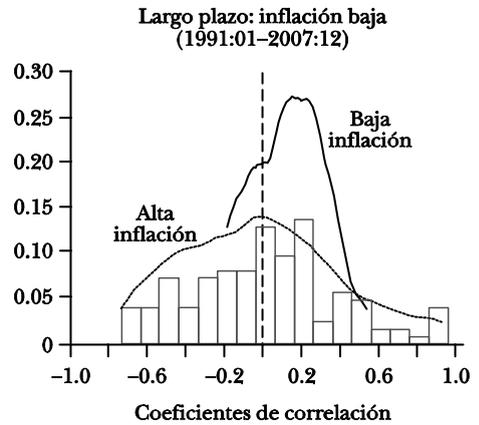
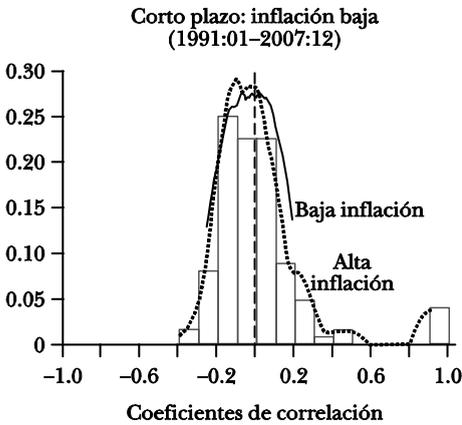
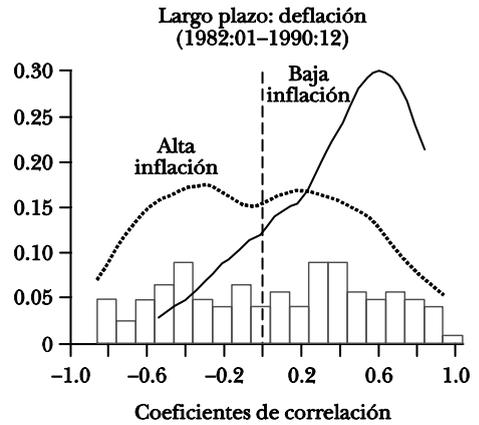
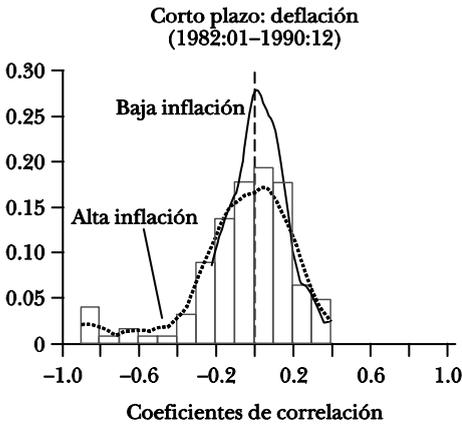




explicar el comportamiento de la inflación en Argentina. La evidencia se encuentra en línea con el comportamiento que deberían exhibir los precios de estos grupos de sectores en presencia de movimientos en el TCR: cuando este experimenta un sesgo depreciatorio, como ocurre durante los periodos de inflaciones moderada, alta y muy alta, los sectores transables conducen una tendencia de la inflación, y lo contrario sucede cuando el TCR describe una tendencia apreciatoria, como es el caso durante los periodos de inflación baja y baja moderada. Del cuadro 3 también se desprende que no hay comportamientos diferenciales significativos entre los sectores de alimentos y energía y el resto de los sectores para ninguno de los regímenes, lo que, como se esperaba, resta importancia a este tipo de ajuste para explicar la dinámica inflacionaria argentina. Este hallazgo

**GRÁFICA VIII. ESTADOS UNIDOS: RESPUESTAS SECTORIALES AL CHOQUE COMÚN, 1960-2007**





va en línea con el pobre desempeño que muestran las medidas que excluyen la evolución de los precios de los alimentos y la energía como indicadores de la inflación subyacente para Argentina (ver D'Amato *et al.*, 2006).

Asimismo, pueden también extraerse algunas generalidades acerca de la importancia del comovimiento vis a vis el ajuste de precios relativos en explicar la dinámica de la inflación agregada entre regímenes inflacionarios. Si bien no se cuenta con una medida que permita computar con precisión cómo varían dichas importancias relativas, las distribuciones de frecuencia y las pruebas de diferencias en las respuestas medias al choque común sugieren que la importancia relativa del comovimiento se incrementa con la tasa media de inflación. En un extremo, en un contexto de

*Régimen y dinámica inflacionaria subyacente: ¿comovimiento generalizado ...?*

**CUADRO 3. ARGENTINA: PRUEBA DE DIFERENCIA DE MEDIAS ENTRE GRUPOS DE SECTORES, 1961-2006**

	<i>Argentina</i>							
	<i>Respuesta media</i>		<i>Estadístico</i>	<i>Valor p</i>	<i>Respuesta media</i>		<i>Estadístico</i>	<i>Valor p</i>
	<i>No transables</i>	<i>Transables</i>			<i>Alimentos y energía</i>	<i>Resto</i>		
Inflación moderada 1961m01-1974m12	0.620	0.802	2.918 <sup>a</sup>	0.004	0.714	0.786	1.752	0.080
Inflación alta 1976m07-1982m06	0.459	0.712	3.535 <sup>a</sup>	0.000	0.574	0.695	1.773	0.076
Inflación muy alta 1982m07-1988m06	0.909	0.942	2.420 <sup>b</sup>	0.016	0.918	0.942	1.900	0.058
Inflación baja 1993m01-2001m12	0.640	0.595	-4.768 <sup>a</sup>	0.000	0.600	0.615	0.190	0.850
Inflación baja- moderada 2003m01-2006m12	0.695	0.660	-3.002 <sup>a</sup>	0.003	0.583	0.703	1.841	0.086

<sup>a</sup> Significativo al 1%. <sup>b</sup> Significativo al 5%.

**CUADRO 4. ESTADOS UNIDOS: PRUEBA DE DIFERENCIA DE MEDIAS ENTRE GRUPOS DE SECTORES, 1960-2007**

	<i>Estados Unidos</i>							
	<i>Respuesta media</i>		<i>Estadístico</i>	<i>Valor p</i>	<i>Respuesta media</i>		<i>Estadístico</i>	<i>Valor p</i>
	<i>Alimentos y energía</i>	<i>Resto</i>			<i>No transables</i>	<i>Transables</i>		
Inflación baja 1960m01-1966m12	0.059	0.142	0.654	0.513	0.044	0.164	1.713	0.087
Inflación moderada 1967m01-1972m12	0.284	0.400	0.719	0.472	0.412	0.365	-0.379	0.704
Inflación alta 1974m01-1981m12	0.243	0.434	1.740	0.082	0.270	0.420	1.008	0.313
Desinflación 1982m01-1990m12	0.406	-0.013	-3.565 <sup>a</sup>	0.000	0.034	0.073	0.515	0.607
Inflación baja 1991m01-2007m12	0.121	-0.010	-2.021 <sup>b</sup>	0.043	0.123	-0.036	-2.081 <sup>b</sup>	0.037

<sup>a</sup> Significativo al 1%. <sup>b</sup> Significativo al 5%.

muy alta inflación, como es el caso de Argentina a partir de los ochenta, el ajuste transables-no transables parece ser menos significativo, y el comovimiento de los precios es la característica predominante. En los regímenes intermedios de inflación moderada a alta, como es el caso de los años sesenta y setenta, ni el ajuste de precios relativos ni el comovimiento se impone como característica distintiva del régimen; ambos factores serían relevantes para explicar la dinámica que subyace al índice general de precios. En el otro extremo, en baja inflación, como es el caso de Argentina de la convertibilidad, el ajuste de precios relativos predomina por sobre el comovimiento.

En el caso de Estados Unidos, los histogramas en la gráfica VIII y el cuadro 4 también corroboran lo adecuado de la distinción entre alimentos y energía y el resto de los bienes y servicios pero sólo para los dos últimos periodos de baja inflación. El abaratamiento relativo de los alimentos en el periodo de la desinflación (que parece razonable por tratarse de bienes salario que responden de manera bastante elástica a los impulsos de demanda, en este caso negativos) y el encarecimiento relativo de los mismos luego de los choques de precios a los productos básicos experimentados de 1999 en adelante en el periodo de baja inflación de los años noventa a la primera década de este siglo explicarían tales desarrollos. En ausencia de alguna señal de ajuste de precios, como es el caso del periodo de baja inflación en los sesenta, las respuestas se muestran heterogéneas sin exhibir ningún patrón sectorial definido.

Otra característica que vale la pena señalar es la manera diferenciada en la que una economía podría responder a choques de oferta similares en condiciones de baja y alta inflación. Durante los años setenta el comovimiento en respuesta al choque común parece ser una característica compartida en promedio por ambos grupos de sectores. Nótese que en este caso las diferencias en las respuestas medias entre grupos de sectores no son significativas. Además, las respuestas sectoriales parecerían no diferir de manera sustancial de las evidenciadas en el régimen que antecede al choque petrolero, dando cuenta de esta manera de que el comovimiento más generalizado es anterior a este último. En este sentido, y en relación con la controversia acerca de los determinantes de la alta inflación en Estados Unidos en los años setenta y ochenta, este hallazgo va más en línea con la explicación del fenómeno inflacionario que proveen De Long (1997) y Sargent (1999) que con la de Ball y Mankiw (1995). En el régimen de baja inflación actual, en cambio, cada grupo de sectores parece responder de manera diferente e, incluso, con el signo contrario. Puntualmente,

los alimentos y energía se encarecen relativamente (nótese la covariación positiva de este grupo de sectores versus la negativa del resto), dando cuenta de la importancia del ajuste de precios relativos detrás de la dinámica inflacionaria en el último periodo.

En resumen, de los resultados para distintos regímenes inflacionarios en Argentina y Estados Unidos se desprende como rasgo general que los choques de oferta se han mostrado en los últimos periodos *más idiosincrásicos*, que limita su rango de incidencia a un conjunto de sectores más reducido (o lo que es lo mismo, se han vuelto menos comunes). Esto es claro en el caso de Estados Unidos si se comparan los regímenes de alta y baja inflación, ambos sujetos de choques de proporciones sobre el petróleo y los alimentos, pero también lo es en el caso de Argentina si se considera el menor traspaso sobre los precios luego de la devaluación cambiaria de 2002 vis a vis las demás devaluaciones acontecidas en entornos de inflación más elevada. Esto nos lleva a una segunda conclusión: un contexto macroeconómico de baja inflación da más espacio a que actúen los mecanismos convencionales de ajuste de precios relativos o, lo que es lo mismo, que los grandes choques de oferta induzcan un comovimiento generalizado entre las inflaciones sectoriales y así tengan un impacto persistente sobre el nivel de precios depende en alguna medida del contexto inflacionario.

## 5. CONCLUSIONES

En este trabajo, estudiamos la dinámica inflacionaria en Argentina y Estados Unidos en los últimos cincuenta años, cuando ambos países experimentaron inflaciones bajas, moderadas, altas y muy alta en el caso de Argentina. Encontramos que la dinámica de la inflación no se agota en un comovimiento generalizado y persistente de los precios sino que esta también refleja ajustes de precios relativos que son persistentes y no se limitan al ruido idiosincrásico de corto plazo.

Nuestros resultados también ponen en evidencia que la identificación de regímenes monetarios a partir de la inflación tendencial puede ser bastante imprecisa y limitada, en tanto ignora la dinámica de precios relativos subyacente. Por un lado, la importancia relativa de ajuste de precios relativos vis a vis el comovimiento generalizado entre los precios depende del régimen monetario. En alta inflación, cuando los impulsos nominales son una fuente importante de variabilidad, predomina el comovimiento

por sobre el ajuste de precios relativos. En un entorno de inflación baja ocurre lo contrario.

Por otro lado, en general, el impacto de los choques agregados sobre la dinámica de la inflación se manifiesta en un aumento del comovimiento. Esa incidencia cambia dependiendo del entorno inflacionario: en alta inflación el comovimiento inducido es mayor y tiende a perpetuarse. El tránsito desde inflaciones moderadas hacia regímenes de alta inflación se gesta con cierta lentitud, es decir, el comovimiento entre los precios crece a medida que el nivel de la inflación aumenta sin evidenciarse saltos discontinuos en las transiciones.

Además, la distinta naturaleza de los choques agregados prevaecientes en cada economía puede imprimir rasgos propios a la dinámica inflacionaria. Para Argentina, donde existe un claro predominio de los choques sobre el TCR, la dinámica transables-no transables es un rasgo común a todos los regímenes estudiados. Para Estados Unidos, los ajustes diferenciales de precios para los sectores de alimentos y energía versus los demás bienes y servicios, parecen ser los relevantes. Estos rasgos distintivos de la dinámica inflacionaria en términos de los ajustes de precios relativos deben ser incorporados a la modelación de la inflación con propósitos de política monetaria. También, deberían ser tenidos en cuenta al elegir una medida de inflación subyacente que se ajuste a los objetivos de la política monetaria: una medida subyacente sin energía y alimentos parece adecuada para Estados Unidos a la hora de evaluar el curso futuro de la inflación, mientras que para Argentina no tanto.

Finalmente, nuestros resultados indican que en un contexto de baja inflación los choques de oferta se tornan más idiosincrásicos, es decir, tienden a propagarse menos. Esto es claro en el caso de Argentina, si se considera el menor traspaso sobre los precios luego de la devaluación cambiaria de 2002 vis a vis las demás devaluaciones acontecidas en entornos de inflación más elevada, y también lo es en el caso de Estados Unidos si se considera el impacto diferencial de los choques sobre la energía y los alimentos en regímenes de alta y baja inflación. En ese sentido una conclusión general es que los contextos de alta inflación dificultan el ajuste de precios relativos en respuesta a choques agregados, porque inducen un comovimiento generalizado, con efecto persistente sobre el nivel de precios.

## *Anexo 1*

### **Datos**

Los datos incluyen las tasas de inflación mensuales del IPC correspondientes a los dos países, Argentina y Estados Unidos. En el caso de Argentina, los índices de inflación se toman del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) y corresponden a los índices de tres dígitos del IPC. Excluimos los bienes y servicios regulados así como también los que tienen un alta carga impositiva. Esto dio como resultado 51 subíndices para los regímenes de moderada, alta y muy alta inflación y 56 subíndices para los regímenes de baja y baja-moderada inflación, debido a que las series se corresponden con distintas canastas de consumo. La tasa de inflación agregada fue recalculada como la suma ponderada de las tasas de inflación sectoriales remanentes.

En el caso de Estados Unidos, los datos sobre los índices de precios ajustados estacionalmente para todos los componentes de consumo, según se miden en las cuentas de producto e ingreso nacional (NIPA, por sus siglas en inglés), se toman del sitio web del Bureau of Economic Analysis (BEA). Estos permiten trabajar con diferentes niveles de agregación. Los resultados que se reportan en el trabajo se focalizan en el denominado tercer nivel de agregación (124 subíndices excluyendo también los servicios regulados y los bienes con alta carga impositiva), aunque las estimaciones se realizaron también para el segundo nivel de agregación (65 subíndices excluyendo los mismos componentes), sin obtener cambios significativos en los resultados. Cuando se realizó la agregación, se utilizaron ponderaciones fijas, ya que nos interesa sólo la variación de precios y no la variación en las cantidades consumidas. Los pesos utilizados se basan en los gastos promedio de cada régimen considerado.

## *Anexo 2*

### **Componentes principales y choques comunes**

Formalmente, como en Clark (2003), asumimos una representación estática de un modelo dinámico de factores (Stock y Watson, 2002). La inflación en un sector  $i$  es función de un componente común y otro idiosincrásico:

$$(A.1) \quad \pi_{it} = \lambda_i(L)U_t + \varepsilon_{it}.$$

Donde  $U_t = (u_t, u_{t-1}, \dots, u_{t-q})$  es un vector que contiene al factor común y sus rezagos relevantes,  $\lambda_i(L)U_t$  es el componente común,  $\varepsilon_{it}$  es el componente idiosincrásico y  $U_t \perp \varepsilon_{it}$ .

La inflación agregada es:

$$(A.2) \quad \pi_t = \sum_{i=1}^n \theta_i \pi_{it} = \sum_{i=1}^n \theta_i \lambda_i(L)U_t + \sum_{i=1}^n \theta_i \varepsilon_{it} = CCOM_t + ICOM_t.$$

Donde  $CCOM_t$  y  $ICOM_t$  son el componente común y el componente idiosincrásico agregado de la inflación, respectivamente, y  $\theta_i$  es el peso del sector  $i$  en la canasta de consumo. En las aplicaciones empíricas estimamos la respuesta de los sectores a los choques comunes de acuerdo a (A.1) y calculamos  $CCOM_t$  de acuerdo a (A.2).

### Anexo 3

#### Análisis en el dominio de la frecuencia

El análisis en el dominio de la frecuencia permite descomponer la evolución de una serie de tiempo en contribuciones periódicas a su varianza, proveyendo una descripción más natural de su estructura en términos de comportamiento cíclico en diferentes horizontes temporales. Es en este sentido que las técnicas en el dominio de la frecuencia parecen ser especialmente adecuadas para estudiar un proceso dinámico como el de la inflación, que, como fue explicado, es el resultado de dos fuentes de variabilidad definidas que afectan a la dinámica de la inflación con distinta frecuencia (choques comunes e idiosincrásicos).

Formalmente, la varianza total de un proceso estacionario en covarianza  $X_t$ , que tiene media  $E(X_t) = \mu$  y autocovarianza de orden  $j_{th}$  igual a  $\Gamma(j) = E(X_t - \mu)(X_{t-j} - \mu)$ , puede ser representada en el dominio del tiempo como  $X_t = \mu + \sum_{j=0}^{\infty} \varphi \varepsilon_{t-j}$ , donde  $\varepsilon_t$  es un proceso *i. i. d.* con media 0 y

varianza  $\sigma_\varepsilon^2$ . Análogamente, la varianza total de  $X_t$  puede ser representada como la suma ponderada de funciones trigonométricas periódicas de frecuencia  $\omega$  tal que  $X_t = \mu + \int_0^\pi \alpha(\omega) \cos(\omega t) d\omega + \int_0^\pi \delta(\omega) \sin(\omega t) d\omega$ . El peso que cada uno de esos componentes cíclicos tiene al explicar la

varianza total de  $X_t$  es usualmente resumido en lo que se conoce como espectro.

El espectro de  $X$  es la transformación de Fourier de su covariograma<sup>11</sup> y está dado por:

$$(A.3) \quad s(\omega) = \frac{1}{2\pi} \left\{ \Gamma(0) + 2 \sum_{j=1}^{\infty} \Gamma(j) \cos(\omega j) \right\},$$

La varianza correspondiente a una determinada banda de frecuencia  $\omega_1 \leq |\omega| \leq \omega_2$  está dada por  $S(\omega_1, \omega_2) = 2 \int_{\omega_1}^{\omega_2} s(\omega) d\omega$ . Trivialmente, integrar el espectro en un rango que abarque todas las frecuencias, esto es, entre  $\omega_1 = 0$  y  $\omega_2 = \pi$ , resulta en la varianza total de la serie. La porción de variabilidad en frecuencias muy altas está relacionada con movimientos temporales en la serie de tiempo y la porción en frecuencias bajas está relacionada con el componente permanente o tendencial de su variabilidad.<sup>12</sup>

En un trabajo clásico pero algo decepcionante, Granger (1966) describe la forma típica del espectro de la mayoría de las variables económicas como una que concentra la mayor porción de varianza en las frecuencias más bajas y cuya altura decrece suavemente a medida que la frecuencia aumenta, y concluye que “estimar únicamente la densidad espectral de potencias improbablemente sea una técnica productiva”. A pesar de que las conclusiones de Granger pueden ser ciertas en general, mostraremos que puede aún haber información valiosa en la descomposición espectral de los procesos inflacionarios.

Para tener una mejor comprensión de la diferente distribución de varianza entre frecuencias y regímenes es conveniente aislar la distribución de la varianza en las distintas frecuencias del cambio en el nivel de varianza. La razón es simple: si los parámetros de persistencia no cambiaron y el aumento (la caída) en la varianza se debe solamente a que los choques se hicieron más grandes (más chicos), por ejemplo debido a que la media de la inflación es mayor (menor) pero no hubo cambios en el comportamiento autorregresivo de la serie, el espectro estimado debe ser el mismo para

<sup>11</sup> Esto es, la función generadora de autocovarianzas  $g(z) \equiv \sum_{j=-\infty}^{\infty} \Gamma(j)z^j$  evaluada en  $z = e^{-i\omega} = \cos(\omega) - i \sin(\omega)$  (para una prueba formal ver Hamilton, 1994).

<sup>12</sup> De hecho, la altura del espectro en la frecuencia 0 es una medida no paramétrica conocida de la persistencia de una serie de tiempo.

ambos regímenes, indicando que la distribución de varianza entre frecuencias no ha cambiado.<sup>13</sup> Esto puede realizarse calculando el *espectro normalizado*, simplemente dividiendo el espectro por la varianza total de la serie:

$$(A.4) \quad h(\omega) \equiv s(\omega) / \Gamma(0) .$$

Esta medida indica la fracción de varianza total que en cada frecuencia y, por lo tanto, integrando  $h(\omega)$  para todas las frecuencias resulta en un valor de uno.

## Anexo 4

### Filtros en el dominio de la frecuencia

En el presente anexo presentamos formalmente el procedimiento de filtrado que se realizó para extraer de los vectores de datos originales las series de tiempo específicas a una banda de frecuencia.

#### Procedimiento de filtrado

Para filtrar en el dominio de la frecuencia, se debe aplicar a las series de tiempo una transformación de Fourier. Consideremos un vector  $x = [x_1, x_2, x_3, \dots, x_T]$ . Para  $s = 1, 2, 3, \dots, T$ , las frecuencias se definen como  $\omega_s = 2\pi s / T$ . La transformación finita de Fourier de  $x$  para una frecuencia  $\omega_s$  es:

$$\omega_s x = T_{t=1}^{-1/2T} x_t e^{(t-1)i\omega_s} ,$$

donde:

$$\omega_s = T^{-1/2} [1 e^{i\omega_s} e^{2i\omega_s} \dots e^{(T-1)i\omega_s}] .$$

Si  $W = [\omega_0 \ \omega_1 \ \omega_2 \ \dots \ \omega_{T-1}]$ , es posible demostrar que las columnas de  $W$  son ortonormales de manera que  $W^*W = WW^* = I$  y  $W$  es una matriz

<sup>13</sup> La prueba formal es la siguiente. El espectro de un proceso estacionario en covarianza  $MA(\infty)$  como  $X_t$  puede ser también expresado como  $s(\omega) = (1 / 2\pi)\varphi(e^{i\omega}) \sigma_\varepsilon^2(e^{-i\omega})$ , después de reemplazar en (A.2) por la función generadora de covarianzas evaluada en  $e^{-i\omega}$  (ver Hamilton, 1994). Dividiendo  $s(\omega)$  por la varianza de  $X_t$ ,  $\sigma_X^2 = \sigma_\varepsilon^2 \sum_{j=0}^{\infty} \varphi_j^2$ , resulta en  $h(\omega) \equiv s(\omega) / \sigma_X^2 = [\varphi(e^{i\omega}) (e^{-i\omega})] / [2\pi \sum_{j=0}^{\infty} \varphi_j^2]$  que es independiente de  $\sigma_\varepsilon^2$ .

unitaria, donde  $*$  indica el conjugado hermitiano (es decir, la transpuesta del conjugado complejo) e  $I$  es la matriz de identidad. Esta matriz multiplicada por cualquier vector de datos dará como resultado la transformación de Fourier de ese vector. En el caso  $x$ ,  $\tilde{x} = Wx$  es el vector de las transformación discreta de Fourier de la serie de tiempo  $x$  en todas las frecuencias fundamentales  $\omega_s$ , para  $s = 0, 1, 2, \dots, T - 1$ .

Podemos definir a  $A$  como una matriz  $T \times T$  que tiene unos en la diagonal principal para las frecuencias que se desea extraer en el filtrado y ceros en el resto. La transformación de Fourier de una serie de tiempo  $x$  para la banda de frecuencia  $[\omega_s, \omega_r]$  es entonces:

$$A(\omega_s, \omega_r) \hat{x} = A(\omega_s, \omega_r) Wx .$$

Por último, el vector complejo  $A(\omega_s, \omega_r) \hat{x}$  se convierte nuevamente al dominio de tiempo aplicando la inversa de la transformación de Fourier del vector  $x$  correspondiente a la banda de frecuencia  $[\omega_s, \omega_r]$ . Es decir, se calcula:

$$\tilde{x} = W^* A(\omega_s, \omega_r) Wx .$$

### *Precisiones computacionales*

El análisis en el dominio de la frecuencia aplicado a muestras finitas encuentra una limitación en lo que se conoce como *efecto envolvente*. Al asumir que existe periodicidad en las series de tiempo, se está suponiendo que la última observación es idéntica a la observación que precede a la primera. Para intentar reducir al mínimo el sesgo en los resultados que puede introducir tal efecto, completamos con ceros el exceso de cada serie hasta obtener una cantidad suficientemente grande de ordenadas de frecuencia. A fin de trabajar con una cantidad de elementos  $T$  igual a una potencia cuadrática (lo que resulta necesario para que el filtro funcione adecuadamente), seleccionamos una cantidad de ordenadas de frecuencia equivalente a 576.

## **Referencias**

Altissimo, F., B. Mojon y P. Zaffaroni (2006), "Sectoral and Aggregate Inflation Dynamics in the Euro Area", *Journal of the European Economic Association*, vol. 4, 2-3, pp. 585-593.

- Altissimo, F., B. Mojon y P. Zaffaroni (2007), *Fast Micro and Slow Macro: Can Aggregation Explain the Persistence of Inflation*, Federal Reserve Bank of Chicago (Working Paper, núm. 2007-2).
- Altissimo, F., B. Mojon y P. Zaffaroni (2009). "Can Aggregation Explain the Persistence of Inflation?", *Journal of Monetary Economics*, vol. 56, pp. 231-241.
- Angeloni, I., L. Aucremanne, M. Ehrmann, J. Galí, A. Theo Levin y F. R. Smets (2006), "New Evidence on Inflation Persistence and Price Stickiness in the Euro Area: Implications for Macro Modeling", *Journal of the European Economic Association*, vol. 4, pp. 562-574.
- Ascari, G., y T. Ropele (2007), *Trend Inflation, Taylor Principle and Indeterminacy*, Kiel Institute for World Economics (Kiel Working Paper, núm. 1332).
- Bai, J., y P. Perron (2003), "Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 18, pp. 1-22.
- Ball, L., y G. Mankiw (1995), "Relative-price Changes as Aggregate Supply shocks", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 110, núm. 1, pp 161-193.
- Blake, A., y E. Fernández-Corugedo (2006), *Optimal monetary policy with non-zero steady-state inflation*, texto mimeografiado.
- Burstein, A., M. Eichengreen y S. Rebelo (2005), "Large Devaluations and the Real Exchange Rate", *Journal of Political Economy*, vol. 113, núm. 4.
- Castagnino, T., y L. D'Amato (2008), *Regime Dependence, Common Shocks and the Inflation-Relative Price Variability Relation*, BCRA (Documento de Trabajo, núm. 2008-38).
- Clarida, R., J. Galí y M. Gertler (1998), *Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Evidence and Some Theory*, NBER (Working Paper, núm. W6442).
- Clark, T. (2003), *Disaggregated Evidence on the Persistence of Consumer Price Inflation*, Federal Reserve Bank of Kansas City (Research Working Paper, núm. 03-11).
- Cogley, T., y T. Sargent (2001), "Evolving Post-World War II U.S. Inflation Dynamics", *NBER Macroeconomics Annual*, vol. 16, MIT Press, Cambridge, pp. 331-372.
- D'Amato, L., L. Garegnani y J. Sotes (2008), "Dinámica inflacionaria y persistencia: implicancias para la política monetaria", *Ensayos Económicos*, núm. 50, enero-marzo, BCRA, pp. 127-167.
- D'Amato, L., L. Sanz y J. Sotes (2006), *Evaluación de medidas alternativas de inflación subyacente para Argentina*, Banco Central de la República Argentina (serie Estudios BCRA, núm. 1).

- De Gregorio, J., O. Landerretche y C. Nielsen (2007), "Another *pass-through* Bites the Dust? Oil Price and Inflation", *Economía*, vol. 7, núm. 2, pp. 155-208.
- De Long, J. B. (1997), "America's Only Peacetime Inflation: The 1970's", en Christina Romer y David Romer (eds.), *Reducing Inflation*, vol. 30, NBER Studies in Business Cycles.
- Dotsey, M., R. King y A. Wolman (1999), "State-dependent Pricing and The General Equilibrium Dynamics of Money and Output", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 114, núm. 2, pp. 655-690.
- Engle, R. (1974), "Band Spectrum Regression", *International Economic Review*, vol. 15, núm. 1, pp. 1-11.
- Fisher, S. (1981), "Relative Price Shocks, Relative Price Variability and Inflation", *Brooking Papers on Economic Activity*, núm. 22, pp. 381-440.
- Granger, C. W. J. (1966), "The Typical Spectral Shape of an Economic Variable", *Econometrica*, vol. 1, pp. 150-161.
- Hamilton, J. D. (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press, Princeton, N. J.
- Kiley, M. (2007), "Is Moderate-to-high Inflation Inherently Unstable?", *International Journal of Central Banking*, vol. 3, núm. 2, pp. 173-198.
- Levin, A. T., y J. M. Piger (2004), *Is Inflation Persistence Intrinsic in Industrial Economies?*, European Central Bank (Working Paper Series, núm. 334).
- Lucas, R. (1973) "Some International Evidence on Output Inflation Trade-offs", *American Economic Review*, vol. 63, núm. 3, junio, pp. 326-334
- Reis, R., y M. Watson (2007), *Relative Goods' Prices and Pure Inflation*, NBER (Working Paper, núm. 13615).
- Sargent, T. (1999), *The Conquest of American Inflation*, Princeton University Press, Princeton.
- Sheshinski, E., y Y. Weiss (1977), "Inflation and Costs of Price Adjustment", *Review of Economic Studies*, vol. LIV, pp. 287-303.
- Stock, J., y M. Watson (2002), "Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes", *Journal of Business and Statistics*, vol. 20, abril, pp. 147-162.