

Impulsos de demanda y oferta agregada y las fluctuaciones económicas en Puerto Rico de 1950 a 2002

Aggregate demand and supply shocks and the economic fluctuations in Puerto Rico from 1950 to 2002

Wilfredo Toledo*

Recibido: 17-05-06 / Aceptado: 03-10-06

Resumen

Este artículo examina la capacidad de impulsos del lado de la oferta y la demanda agregada para generar las fluctuaciones observadas en la producción y los precios en una economía pequeña y dolarizada como la de Puerto Rico. Los resultados evidencian que los impulsos de la oferta son fuentes importantes de la variabilidad en la producción a mediano y largo plazo mientras que la demanda hace lo propio a corto plazo.

Palabras clave: impulsos de la oferta y la demanda agregada, ciclos económicos, vectores auto-regresivos.

Abstract

This paper analyses the relative importance of supply and demand shocks in explaining the dynamics of aggregate output and prices in a small dolarized economy: Puerto Rico. Results indicate that supply shocks are important sources of output variability in the medium and long run while demand shocks seem to be more relevant for output in the short run.

Key words: aggregate supply and demand shocks, business cycle, vector autoregressions.

* Universidad de Puerto Rico. Recinto de Río de Piedras, Puerto Rico. E-mail: wilfredotoledo@aol.com

1. Introducción

La actividad económica no cae de manera sistemática sino que experimenta desviaciones recurrentes alrededor de su tendencia de crecimiento de largo plazo. El conjunto de estas oscilaciones conforman los ciclos económicos. Para que exista el ciclo económico deben darse dos condiciones. En primer lugar, las fluctuaciones deben reflejarse en los indicadores de la mayoría de los sectores económicos. Además, las variaciones de la actividad económica alrededor de su tendencia de largo plazo no pueden ser momentáneas, sino que deben exhibir persistencia a través del tiempo. Por tanto, en los modelos teóricos de este fenómeno se distingue entre el impulso que origina el ciclo y el mecanismo que lo difunde a través de los sectores económicos y el tiempo.

Existen distintos paradigmas teóricos que explican el origen de los ciclos económicos. Las teorías keynesianas de las fluctuaciones económicas hacen énfasis en el mecanismo de transmisión y no en las posibles causas. Los modelos contruados de acuerdo a esas teorías utilizan las fricciones de los mercados como mecanismos de propagación. Algunas de estas fricciones son ajustes incompletos en los mercados de producto y trabajo. En dichas teorías los impulsos provienen fundamentalmente del lado de la demanda agregada, aunque no se descartan cambios en la oferta agregada.

Los monetaristas plantean que la política monetaria discrecional es la fuente principal del ciclo económico y aunque afirman que existen rezagos en la relación dinero-actividad económica no especifican un mecanismo de transmisión particular. Los Nuevos Clásicos comparten con los monetaristas la visión de que el dinero es importante para explicar la evolución de la actividad económica. Sin embargo, al aceptar la hipótesis de expectativas racionales, arguyen que sólo el componente inesperado de la oferta monetaria es el que es capaz de generar oscilaciones persistentes en la economía. Los problemas de información en los mercados han sido utilizados como mecanismos de propagación en dichos modelos.

Las teorías de ciclos económicos reales sugieren que las mismas fuerzas que determinan el crecimiento económico de largo plazo oca-

sionan las fluctuaciones a corto plazo. Dentro de estas fuerzas sobresale el rol de los cambios tecnológicos como generadores de las oscilaciones observadas en los indicadores de la actividad económica. Por tanto, en estas teorías el ciclo es causado por perturbaciones del lado de la oferta agregada.

Una forma de distinguir entre las teorías de los ciclos económicos reales y otras teorías es diferenciando entre las fuentes de este fenómeno en base a su procedencia: del lado de la oferta (OA) o demanda agregada (DA). Este asunto ha sido examinado en la literatura económica, siendo el artículo principal *The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances* de Blanchard y Quah (1989). En ese trabajo los autores desarrollan una metodología para construir medidas de los cambios inesperados en la oferta y demanda agregada, en el contexto de un modelo de vectores autorregresivos (VAR), compuesto por dos indicadores de la actividad económica: la primera diferencia del logaritmo de la producción y la tasa de desempleo.

Blanchard y Quah realizan el análisis con datos trimestrales de Estados Unidos para el período de 1950:2 a 1987:4. Estos autores estiman diferentes modelos que varían en la forma en que se modela la tendencia determinística en la serie de la tasa de desempleo y la inclusión de variables para recoger cambios estructurales que ocurrieron en la economía de Estados Unidos en el período bajo análisis. Las funciones de impulso-respuesta que ellos estiman revelan que tanto impulsos en la oferta como en la demanda agregada son capaces de generar fluctuaciones en el sistema. Por otro lado, las descomposiciones de la varianza del error de predicción sugieren que los cambios inesperados en la demanda agregada tienen un efecto mayor sobre la producción y el desempleo que los asociados a la oferta a corto plazo. Por ejemplo, en su investigación se encuentra que los impulsos en la demanda agregada explican entre 98% y 39% de la varianza del error de predicción de la producción a un horizonte de cuatro trimestres. No obstante, al cabo de 40 trimestres dichos impulsos explican únicamente entre 50 y 5,2% de dicha varianza.

Ese trabajo fue extendido por Keating y Nye (1998) y Blanchard (1989) de dos formas distintas. Los primeros utilizan datos de 10 países para el período de 1869 a 1974 y sustituyen la tasa de desempleo por

la primera diferencia del nivel de precios. Los resultados del análisis de Keating y Nye varían para algunos países, pero en términos generales ratifican los hallazgos de Blanchard y Quah de que los impulsos de la demanda agregada son más importantes que los de la oferta para explicar las fluctuaciones económicas a corto plazo.

Blanchard (1989) amplía la dimensión del modelo bi-variable a uno de cinco variables, a saber: la producción, la tasa de desempleo, el nivel de precios, los salarios y una medida de dinero. El autor impone restricciones contemporáneas sobre el sistema (siguiendo Bernanke, 1986) sustituyendo las de largo plazo usadas en Blanchard y Quah (1989). El examen de la dinámica del modelo sugiere que las innovaciones de la demanda dominan las oscilaciones de la economía a corto plazo, mientras que los de oferta dominan la dinámica de largo plazo.

Otro trabajo sobre este tema es el de Shapiro y Watson (1988). Estos autores examinan un sistema compuesto por las siguientes variables: horas trabajadas, producción, el precio real del petróleo, la inflación y la tasa de interés. En su trabajo Shapiro y Watson evalúan dos modelos que difieren en la forma en que modelan la tendencia de las horas trabajadas. Uno la trata como un proceso estocástico y el otro como un proceso determinístico. Sus resultados revelan que los impulsos de la demanda son los principales determinantes de la variabilidad en precios y en la tasa de interés nominal en los dos modelos y todos los horizontes de predicción. Por otro lado, para el caso de la producción los *shocks* de la demanda explican el 28% de la varianza de error de predicción a un horizonte de un trimestre y 7,8% al cabo de 36 trimestres, cuando se considera la tendencia de las horas trabajadas como estocástica. Estas proporciones aumentan a 98,8% y 37,3%, respectivamente, cuando se estima la tendencia como determinística.

Arturo Estrella (1997) construye un modelo VAR estructural para descomponer las series mensuales de desempleo e inflación de Estados Unidos, para el periodo de 1954 a 1997, en tres componentes ortogonales: cambios sistemáticos cuya existencia se asocia a la teoría sobre la tasa natural de desempleo, impulsos de la oferta e impulsos de la demanda. Ese autor encuentra que las variaciones de la tasa de desempleo son explicadas principalmente por el componente sistemático. Por ejemplo,

el 55% de la varianza del error de la predicción de esa variable, para un horizonte de 12 meses, depende del componente sistemático. Del restante 45%, los impulsos de la demanda explican 27 por ciento y los de la oferta 18%. En dicho trabajo no evalúan horizontes de predicción mayores a 12 meses, por lo que sus resultados no son del todo comparables con los de otros estudios citados.

En el caso de la inflación, Estrella encuentra que los cambios inesperados en la demanda y la oferta son más importantes que el elemento sistemático. La varianza del error de predicción, a un horizonte de un mes, depende principalmente de los impulsos de la oferta, mientras que al horizonte de predicción de 12 meses las innovaciones de la demanda resultan ser más importantes.

Ahmed y Park (1992) contribuyen a esta discusión distinguiendo entre impulsos externos e internos, además de examinar la importancia relativa de cambios inesperados en la demanda y la oferta agregada. La investigación de estos autores se basa en datos de siete economías abiertas entre los países que componen la OECD, para el período de 1960 a 1987. En el análisis se utilizan datos trimestrales para el índice de precios del consumidor, el producto interno bruto real, las exportaciones para cada una de las siete economías y la producción (PIB real) de los Estados Unidos. La economía de este último país se usa como *proxy* para el resto del mundo.

Esos autores encuentran que la varianza del error de predicción de la producción es explicada principalmente por *shocks* internos relacionados con la oferta agregada. Por ejemplo, al cabo de un año, esos impulsos explican el 90% de la varianza del PIB real de Austria, 77% del de Canadá, 70% del de Finlandia, 68% del de Francia, 68% del de Italia, 80% del de Australia y 84% del de Reino Unido. Los autores interpretan estos hallazgos como evidencia a favor de la teoría de ciclos económicos reales.

Karras (1993) estudia las fluctuaciones económicas en Estados Unidos para el período de 1973 a 1989 utilizando datos trimestrales. En su trabajo se dividen los impulsos de la oferta en los que están relacionados con cambios en el precio del petróleo y los de otro tipo, mientras que los de la demanda se segregan en tres grupos: aquellos asociados

a la política fiscal, los monetarios, y el resto de las innovaciones de la demanda agregada. Además, se consideran *shocks* en la tasas de cambio del dólar.

En el artículo, Karras estima un modelo VAR estructural utilizando restricciones contemporáneas para identificar los impulsos. El sistema está compuesto por: el PNB real, el déficit del gobierno federal en términos reales, el deflactor del PNB, la tasa de cambio de DEG por dólares y M2² como medida del agregado monetario. El precio del petróleo usado es el índice de precios del petróleo crudo. Éste se considera exógeno y se modela como un proceso de caminata aleatoria.

Los resultados de la estimación revelan que los impulsos de la oferta son más importantes para explicar la dinámica de la producción real, mientras que los de la demanda agregada hacen lo propio con los precios. Las innovaciones de la oferta explican el 77% de la varianza del error de predicción del PNB real a un horizonte de un trimestre y 66,1% al cabo de 20 trimestres. Por otro lado, los *shocks* de la demanda explican el 69,5% de varianza del error de predicción de la tasa de crecimiento del deflactor del PNB al cabo de un período y el 80,2% luego de 20 trimestres.

La exposición previa refleja que en términos teóricos no hay consenso sobre las causas de los ciclos económicos y la evidencia empírica no ha podido inclinar la balanza marcadamente hacia uno u otro lado de la discusión. En este trabajo se añade información a esa controversia estudiando el caso de Puerto Rico, que tiene características que lo distinguen de las economías ya examinadas.

Algunos aspectos de la economía de Puerto Rico son:

- Uso del dólar como moneda y sujeción del sector bancario a las regulaciones del banco central de los Estados Unidos.
- Libre comercio con la economía de Estados Unidos.
- Altas tasas de desempleo, la tasa promedio anual más baja desde 1950 ha sido 10%.
- Bajas tasas de crecimiento económico a partir de mediados de los años setenta.

- Alta concentración de empresas norteamericanas principalmente en los sectores de manufactura y comercio.

El cuadro 1 contiene algunos indicadores de la actividad económica en Puerto Rico. Estos reflejan algunos de los puntos señalados.

Por lo tanto, la estructura económica de Puerto Rico no tiene todas las características de los países desarrollados que se han analizado en otros estudios. Por ejemplo, el nivel de desempleo contabilizado ha sido consistentemente alto si se compara con economías más adelantadas.

Además, aunque la economía de Puerto Rico es abierta se distingue de otras economías por la relación política que mantiene con los Estados Unidos. Esta situación ha evitado la implantación de medidas de política monetaria propias para intentar contrarrestar los efectos de *shocks* que han afectado la actividad económica y se ha dependido de las medidas de política monetaria tomadas por el sistema de Reserva Federal. Tampoco se ha hecho uso coherente de los instrumentos de la política fiscal para contrarrestar las fluctuaciones económicas, sino que las medidas implantadas han sido con el objetivo de adelantar el crecimiento económico a largo plazo. Bajo esta situación, por tanto, los impulsos del lado de la oferta no deben estar muy afectados por las series económicas domésticas y por medidas de política económica empleadas para contrarrestar (absorber) los mismos y su identificación pudiera ser más precisa que en otras economías.

Cuadro 1. Tasas de crecimiento de algunos indicadores económicos de la actividad económica de Puerto Rico para distintos períodos (en porcentajes)

Períodos*	PNB Real	Deflactor del PNB	TD
1950-70	6,3	3,2	12,8
1971-80	3,3	5,4	15,8
1981-95	2,1	4,3	17,7
1996-02	3,2	4,3	12,2

* Los períodos fueron contruidos tomando en cuenta los cambios estructurales ocurridos en la economía.

Fuente: Estimaciones hechas por el autor.

El objetivo de esta investigación es examinar la importancia relativa de los impulsos de la demanda y la oferta agregada sobre la actividad económica en Puerto Rico. Se estimó un modelo VAR similar al construido por Keating Nye con datos anuales, cuya descripción se presenta más adelante, para el período de 1950 a 2002. La próxima sección contiene una discusión breve de algunos aspectos teóricos que fundamentan el análisis empírico. La tercera sección se utiliza para presentar la metodología econométrica que se usó en el trabajo. Los hallazgos de la estimación de los modelos se examinan en la cuarta sección y por último se resume el trabajo.

2. Fundamentos teóricos

En esta sección se presentan dos esquemas teóricos que fundamentan el análisis empírico del artículo. Se comienza considerando la explicación que aparece en los textos de macroeconomía del efecto de cambios en la Oferta Agregada (OA) y la Demanda Agregada (DA) sobre la actividad económica. La oferta agregada puede ser representada por:

$$Y_t = Y_{EP} + \lambda(P_t - E[P_t]) \quad \lambda > 0 \quad (1)$$

Esta ecuación, que fue desarrollada por Lucas (1972), expresa el nivel de producción corriente (Y_t) como una combinación lineal del nivel de producción de pleno empleo (Y_{EP}) y la diferencia entre el nivel de precios corriente (P_t) y el nivel esperado de precios ($E[P_t]$) (error de anticipación del nivel de precios). λ mide la respuesta de la oferta agregada con respecto al error de predicción de los precios. Como es evidente en la figura 1, existen dos curvas de oferta agregada: una que es vertical y surge cuando las expectativas de precios son iguales a los precios observados³ (que pudiera entenderse como la oferta de largo plazo, OA_{LP}); y otra que tiene pendiente positiva y rige si existen errores en las expectativas, ésta se puede denominar la oferta a corto plazo (OA_{CP}).

Cuando las expectativas son correctas los productores suplirán la producción compatible con el pleno empleo y la oferta no dependerá de

los precios. La intersección de estas dos curvas ocurre cuando los precios esperados son iguales a los precios corrientes.

La demanda agregada se puede expresar como:

$$Y_t = X_t - P_t \quad (2)$$

Siendo X_t las variables (entre éstas la oferta monetaria) que afectan la demanda agregada y que están sujeta a cambios aleatorios⁴.

La figura 1 ilustra el equilibrio de la economía. En el punto E la demanda agregada inicial (DA) es igual a la oferta agregada de corto plazo inicial ($OA_{CP(1)}$) al nivel de pleno empleo, lo que implica las expectativas sobre los precios han sido correctas.

Supóngase que ocurre un aumento en la demanda agregada y que éste se puede representar por DA' . Si este cambio no se anticipa, la oferta agregada no cambiará, y el efecto inicial es un aumento en la producción y el nivel de precios, la economía se desplazará al punto E' . Sin embargo, al cabo de un tiempo los productores actualizan sus expectativas sobre los precios y la oferta agregada se desplazará a $OA'_{CP(2)}$, surgiendo un

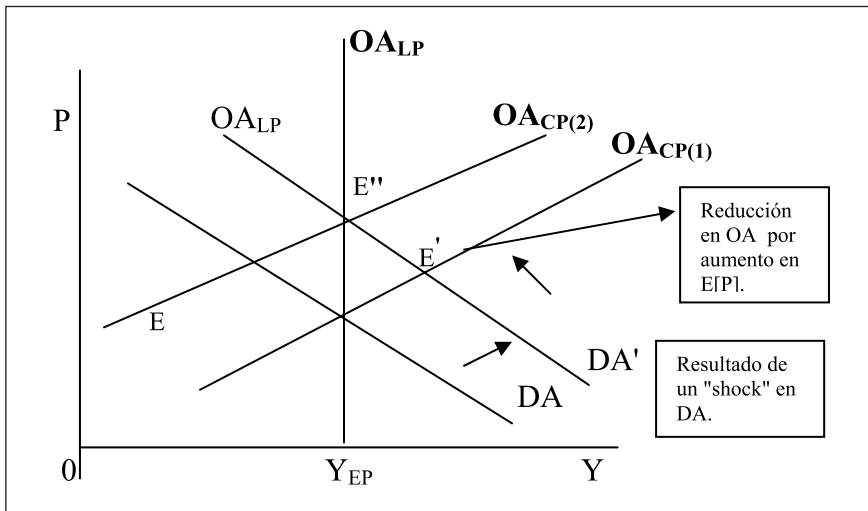


Figura 1. Efecto de cambios en DA sobre la producción y los precios

nuevo equilibrio, E'' , que muestra la economía al nivel de producción de pleno empleo, pero con precios más altos que los iniciales. Por tanto, aumentos en la demanda agregada tienen el efecto de aumentar la producción de equilibrio y los precios a corto plazo, pero sólo el nivel de precios a largo plazo.

Por otro lado, si las alzas en la demanda agregada son esperadas la economía se moverá directamente del punto E al E'' (ya que cambia el intercepto de la curva de oferta de corto plazo) y el cambio en DA , aún a corto plazo, no afectará la producción. Así que cambios en la demanda agregada aunque tienen efectos permanentes sobre los precios, sólo tienen efectos transitorios sobre la producción bajo este esquema analítico.

La figura 2 muestra el efecto de un cambio inesperado en la oferta agregada. Considerando $OA_{CP(1)}$ como la oferta inicial, un aumento en OA tiene el efecto de trasladar el equilibrio de la economía de E a E' provocando una reducción en el nivel de precios y un aumento en la producción. Obsérvese que dicho impulso genera un nivel de producción de largo plazo mayor, Y'_{EP} . Este tipo de cambio aleatorio del lado de la oferta, entonces, tiene efectos permanentes sobre los precios y la producción.

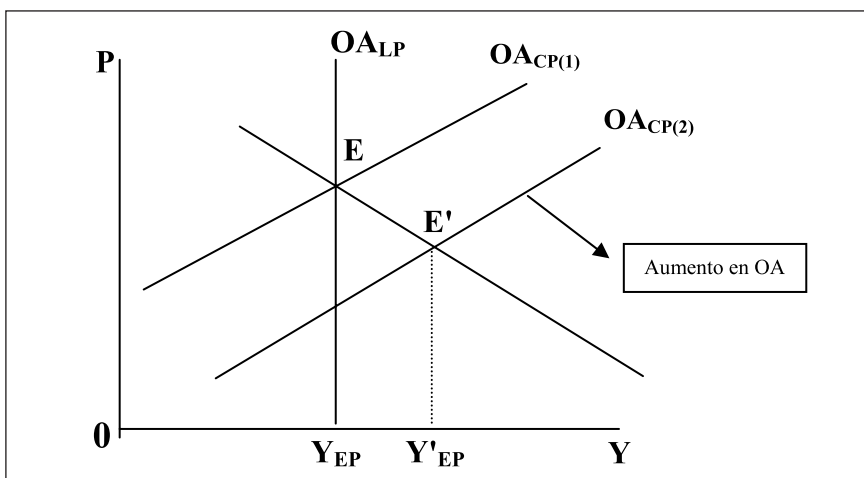


Figura 2. Efecto de un aumento en OA sobre la producción y los precios

De acuerdo con este análisis, cambios inesperados en la oferta y la demanda agregada pueden identificarse de acuerdo al grado de persistencia que estos tengan sobre la producción y los precios. En la próxima sección se presenta el modelo econométrico y la estrategia de identificación de estos dos tipos de *shocks*.

3. Consideraciones econométricas

Para identificar los impulsos de la demanda (ϵ_d) y de la oferta agregada (ϵ_s) se utilizó el siguiente sistema bi-variable:

$$\begin{aligned}\Delta Y_t &= b_{11}(L) \epsilon_s + b_{12}(L) \epsilon_d \\ \Delta P_t &= b_{21}(L) \epsilon_s + b_{22}(L) \epsilon_d\end{aligned}\quad (3)$$

donde: ΔY_t es un vector que contiene las primeras diferencias de la producción agregada, ΔP_t es un vector que contiene las primeras diferencias del nivel de precios, L es el operador de rezago, y $b_{ij}(L) = \sum b_{ij,k} L^k$, $i=1,2$; $j=1,2$; $k=1,2,\dots,\infty$, contiene los parámetros asociados a los rezagos de cada uno de los dos tipos de impulsos en el modelo.

Partiendo del supuesto de que las series son estacionarias y utilizando el teorema de Wold, entonces es posible recuperar la representación VAR de los modelos, si se imponen algunas restricciones para identificar el sistema. Keating y Nye (1998) imponen las siguientes restricciones:

- i) $\sum b_{12,k} = 0$, k va de cero a ∞ ;
- ii) $E[\epsilon_s, \epsilon_d] = 0$, esto es, no existe correlación entre los dos procesos aleatorios (son ortogonales)

La primera restricción es la más importante e implica que cambios inesperados en la demanda agregada sólo tienen efectos transitorios sobre la producción o que sus multiplicadores de largo plazo son iguales a cero. No obstante, se permite que los *shocks* de la oferta tengan efectos permanentes sobre la producción. Se supone que ambos tipos de impulsos

tienen efectos permanentes sobre el nivel de precios.

En el modelo la evolución de la producción y los precios depende de una combinación lineal de dos elementos estocásticos.

El sistema (3) se obtiene estimando un modelo VAR compuesto por la producción real y los precios, y luego invirtiéndolo para representarlos en su forma de promedios móviles (VMA). Sin embargo se requiere que la producción y el índice de precios sean series integradas de orden uno ($I(1)$), para lo cual se hizo uso de la prueba de Dickey-Fuller Aumentada (ADF).

4. Datos y estimación

En esta sección se discute la estimación del modelo descrito en la sección anterior. Las variables utilizadas fueron: el Producto Nacional Bruto real y el deflactor del PNB. Los modelos se estimaron con datos anuales⁵ para Puerto Rico de 1950 al 2002. Los datos se obtuvieron de la Junta de Planificación de Puerto Rico⁶.

4.1. *Análisis preliminar de la series*

Como se discutió, la representación en el sistema (3) implica que el PNB real y su deflactor tienen raíces unitarias por lo que conjetura que sus primeras diferencias son $I(0)$ y que las series no están cointegradas en sus niveles. Para examinar estas hipótesis se utilizaron las pruebas Dickey y Fuller aumentada (ADF) y de Johansen. El cuadro 2 presenta los resultados de la primera prueba. La hipótesis de que las primeras diferencias de las series son estacionarias no se puede rechazar para los precios ni la producción. Esto significa que ambas series son impactadas por impulsos permanentes que afectan su trayectoria de crecimiento a largo plazo⁷. La prueba de Johansen no reveló evidencia de cointegración en las series (Cuadro A2 en el Apéndice) y por tanto es necesario estimar el modelo con series en sus primeras diferencias.

Una deliberación que es necesaria hacer antes de estimar el modelo dinámico es determinar la estructura óptima de rezagos. Existen múltiples criterios que pueden ser utilizados para esos propósitos como: el

Cuadro 2. Resultados de la prueba de raíces unitarias

Primera diferencia de la variable	Rezagos*	Intercepto	Tendencia	Estadístico ADF	Valor Crítico 1%
PNB real (Y_t)	1	Si	Si	-4,46	-4,14
Deflactor del PNB (P_t)	1	Si	Si	-4,20	-4,14

*Determinado utilizando el criterio de Akaike

Fuente: Estimaciones hechas por el autor

criterio de predicción de Amemiya, la prueba de la razón de máxima similitud, el criterio de Akaike y el criterio de información de Schwartz. El cuadro 3 contiene la selección del orden de rezago óptimo de acuerdo a los últimos dos criterios. Con base en el criterio de Akaike la longitud óptima es dos, mientras que el de Schwartz señala un rezago. Para decidir entre las dos alternativas se estimaron los modelos con las dos distintas longitudes y se examinaron los residuos de cada uno de los sistemas para determinar si estos eran aleatorios. La prueba de que las correlaciones de los residuos sean iguales a cero, usando el estadístico Q (Box-Pierce multivariable), sugiere que el sistema de primer orden es suficiente para generar un proceso puramente aleatorio en los residuos, por lo que éste fue el seleccionado para la estimación.

Por último, se revisó la estabilidad de los parámetros estimados utilizando la prueba de Chow. Se encontró evidencia de dos cambios estructurales que afectaron el modelo. Estos están asociados a dos rece-

Cuadro 3. Dos criterios para el modelo con distintas longitudes en los rezagos

Rezago	AIC	SC
0	17,15571	17,46757
1	16,43411	16,90191*
2	16,32153*	16,94527
3	16,46230	17,24196
4	16,48396	17,41956

*Indica el orden de rezagos seleccionado de acuerdo al criterio. AIC: criterio de información de Akaike.

SC: Criterio de información de Schwartz. Fuente: Estimaciones hechas por el autor.

siones severas que afectaron la actividad económica en Puerto Rico: una a mediados de la década de los años setenta y otra en los años ochenta. A la luz de estos resultados se incluyeron dos variables dicótomas en el modelo.

4.2. Estimación del modelo

El modelo general previamente discutido fue modificado para recoger características de la series de tiempo que se usaron en la estimación, éste luce como:

$$[\Delta Y_t \ \Delta P_t \ D_1 \ D_2 \ T]_1$$

En este sistema ΔY_t es la primera diferencia del PNB real, ΔP_t es la primera diferencia del deflactor del PNB, D_1 es cero antes de 1974 y 1 a partir de ese año, D_2 es cero antes de 1984 y uno luego de ese año, T es una variable de tendencia y el uno representa la longitud de los rezagos del sistema. La variable de tendencia resultó ser estadísticamente distinta de cero en el sistema, aunque se utilizaron las primeras diferencias de las series. Este hallazgo sugiere que dichas variables son generadas por procesos que poseen tanto una tendencia estocástica como determinística.

El cuadro 4 presenta algunos resultados de la estimación. Se aprecia que los parámetros estimados en la representación VAR del modelo son estadísticamente distintos de cero, al menos a un nivel de significancia de 5%. El modelo explica el 55% de las variaciones de la producción y el 84% de las variaciones en la ecuación de los precios en el período de análisis.

Cuadro 4. Resumen de las Estimaciones

Estadísticos	Variable o ecuación	
	ΔY_t	ΔP_t
R ²	,55	,84
Prueba de Exclusión para las variables del sistema. Estadístico χ^2 (valores- P)	28,90 (,000)	25,80 (,000)
Estadístico Q(5)=16,13 Valor-P=,37		

Fuente: Estimaciones hechas por el autor

El estadístico Q (Box-Pierce multivariable) revela que los residuos son aleatorios, ya que no se puede rechazar la hipótesis de que hasta el rezago cinco los coeficientes de autocorrelación son iguales a cero⁸.

El cuadro 5 contiene las respuestas de largo de plazo (normalizadas para que los impulsos sean positivos) del modelo estimado. A largo plazo la producción no depende de cambios en la demanda agregada, por la restricción impuesta, sino solamente de impulsos de la oferta. En la ecuación de los precios los efectos acumulados de los dos tipos de impulsos son altamente significativos.

Cuadro 5. Multiplicadores de Largo Plazo

Variables	Respuesta acumulada a impulsos en	
	Oferta agregada	Demanda agregada
ΔY_t	78,37 (,000)	0
ΔP_t	-2,03 (,02)	5,97 (,000)

La cifras en paréntesis son los valores de la probabilidad asociados al estadístico Z para la prueba de hipótesis de que los multiplicadores de largo plazo sean iguales a cero

Fuente: Estimaciones hechas por el autor

5. Análisis dinámico

Esta sección está dedicada al examen de las propiedades dinámicas del sistema utilizando las funciones de impulso-respuesta y la varianza del error de predicción.

5.1. Funciones de impulso-respuesta

Una herramienta analítica disponible en los modelos VAR son las funciones de impulso-respuesta. Estas funciones resumen el efecto de un aumento en las innovaciones de cada ecuación sobre las variables que componen el modelo. Las restricciones estructurales impuestas sobre los sistemas examinados identifican dichas innovaciones como cambios inesperados en la oferta y demanda agregada.

Las figuras 3 y 4 contienen dichas funciones para el modelo. Un *shock* positivo de la demanda agregada tiene el impacto inicial de incrementar la producción, del segundo período al sexto la reducen y a partir de ese último período el efecto comienza a desaparecer. Por otro lado, el Producto Nacional Bruto real aumenta por cuatro períodos consecutivos luego de la ocurrencia de un impulso favorable de la oferta agregada, se reduce ligeramente del quinto al octavo período y luego retorna al nivel estacionario. Obsérvese que la producción responde más vigorosamente a los impulsos de la oferta agregada que a los de la demanda. Además, las innovaciones de la oferta tienen más impactos positivos sobre el PNB real que los de la demanda.

La respuesta dinámica de la primera diferencia de los precios ante los dos tipos de *shocks* es compatible con el modelo oferta y demanda agregada discutido previamente. Los precios se incrementan ante aumentos inesperados en la demanda agregada y se reducen cuando son impactados por innovaciones positivas de la oferta agregada. Estos resultados parecen sugerir que las restricciones impuestas logran separar los dos tipos de impulsos que rigen la dinámica del sistema.

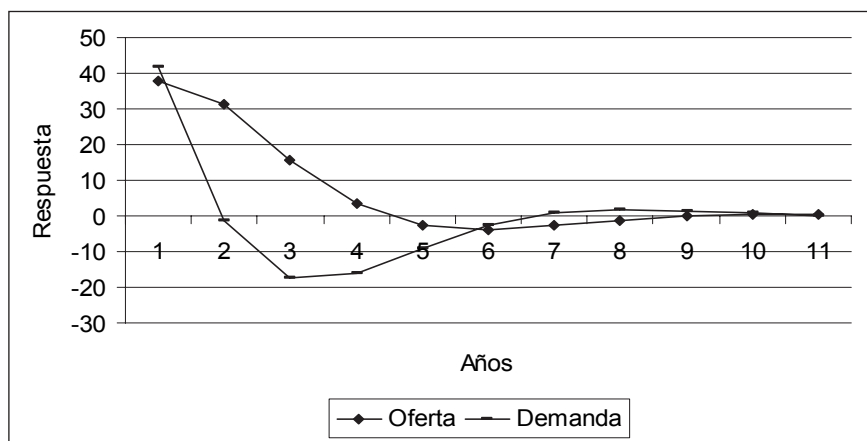


Figura 3. Respuesta de la producción a impulsos de la oferta y demanda agregada

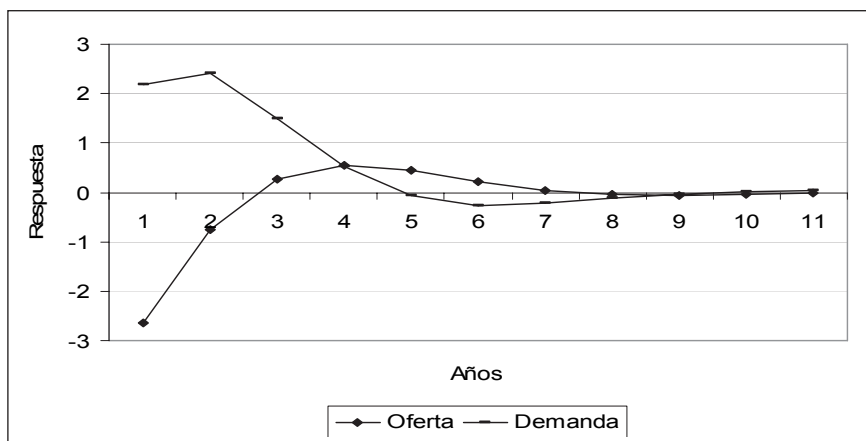


Figura 4. Respuesta de los precios a impulsos de la oferta y demanda agregada

5.2. Descomposición de la varianza del error de predicción

Una forma de determinar la importancia relativa de los dos tipos de impulsos es examinando la proporción de la varianza del error de predicción que se le puede atribuir a cada uno. El error de predicción de una variable es la parte de ésta que no puede ser explicada por el estado pasado del sistema, por lo tanto es producto de innovaciones o *shocks* que no se pueden predecir. En el contexto del análisis de los ciclos económicos ese error puede ser interpretado como desviaciones de una variable de su tendencia de crecimiento de largo plazo.

El cuadro 6 contiene la descomposición para el modelo a un horizonte de predicción de 10 períodos. En el modelo los impulsos de la oferta explican la mayor proporción de la desviación de la producción de su tendencia de crecimiento, a mediano y largo

Cuadro 6. Descomposición de la varianza del error de predicción. Por ciento de la varianza atribuible a impulsos de la Oferta Agregada

Horizonte	ΔY_t	ΔP_t
1	44,90	69,30
2	57,83	41,74
3	56,43	37,41
4	53,54	37,84
5	52,73	38,40
10	52,81	38,30

Fuente: Estimaciones hechas por el autor

plazo, mientras que los de la demanda hacen lo propio a corto plazo⁹. A un horizonte de predicción de un año las innovaciones de la oferta agregada explican alrededor de 45% de la varianza del error de predicción de la primera diferencia del Producto Nacional Bruto real, mientras que los de la demanda son responsables del restante 55%. Al cabo de 2 años estos porcentajes son 57,8% y 42,2%, respectivamente. Se observa que a mediano plazo los impulsos de la oferta tienen su efecto mayor y que al cabo de 10 años todavía explican cerca del 53% de la varianza del error de predicción de la producción real.

Este resultado pudiera implicar que los impulsos de la oferta son incorporados en la estructura económica más lentamente que los de la demanda. Distintos mecanismos se han utilizado en la literatura para explicar la lenta difusión de este tipo de *shocks*. Por ejemplo, Kidland y Prescott (1986) utilizan un proceso de producción agregada dividido en varias etapas que se llevan a cabo en distintos periodos. Impulsos positivos en la productividad y tecnología, aunque tienden a aumentar la producción, no lo hacen inmediatamente porque el capital se produce en varias etapas y cada una toma un período para su finalización. Toledo y Marquis (1993), por otro lado, explican la inercia en la propagación de los impulsos a base efectos desiguales de éstos sobre los distintos procesos productivos de las industrias que conforman la economía de los Estados Unidos. Costos de ajustes asociados al movimiento del capital evitan que los recursos se muevan rápidamente a los sectores que han sido afectados favorablemente por innovaciones tecnológicas, por tanto estos impulsos no tienen todo su impacto sobre la producción instantáneamente.

Los impulsos de la oferta explican el 59% de la varianza del error de predicción de los precios a un horizonte de predicción de un año. Sin embargo, a mediano y largo plazo las innovaciones de la demanda son responsables de la proporción mayor de ese porcentaje. Al cabo de 10 años las innovaciones en la demanda explican el 62% de la varianza mencionada.

6. Conclusiones

En este artículo se examinó la importancia de cambios estocásticos en el ambiente económico, con efectos permanentes y transitorios, sobre el estado de la economía de Puerto Rico para el período de 1950 al 2002. Se examinaron las primeras diferencias del producto bruto real y el deflactor del PNB como indicadores de la actividad económica. Se utilizó el modelo oferta y demanda agregada para justificar la asociación del impulso permanente con cambios en la oferta agregada y el transitorio con innovaciones en la demanda agregada.

Los impulsos se identificaron en términos econométricos imponiendo restricciones de largo plazo en un modelo VAR. La estimación de dicho sistema arrojó evidencia a favor del uso de este tipo de identificación y de la adecuación de los modelos construidos.

Al examinar las funciones de impulso-respuesta se encontró que tanto los impulsos de la oferta como los de la demanda son capaces de generar oscilaciones en las variables incluidas en los modelos. Los impulsos de la oferta como los de la demanda agregada incrementan la producción a corto plazo de acuerdo a las estimaciones. Por otra parte, los precios experimentan alzas ante aumentos inesperados en la demanda agregada y se reducen cuando son impactados por innovaciones positivas de la oferta agregada.

Las descomposiciones de las varianzas de los errores de predicción de las variables sugieren que los impulsos de la oferta son ligeramente más importantes para la dinámica del PNB real a mediano y largo plazo, mientras que los de la demanda dominan la dinámica de corto plazo. La variación en los precios, por otro lado, a mediano y largo plazo depende principalmente de los *shocks* de la demanda agregada.

7. Notas

1. Agradezco las sugerencias acertadas de tres árbitros anónimos
2. Karras menciona que los resultados no se alterarían al sustituir M2 por la base monetaria o M1.

3. Por convención, graficamos la función inversa que se representa como: $P_t = E[P_t] - 1/\lambda Y_{EP} + 1/\lambda Y_t$. Si $P_t = E[P_t]$, entonces $0 = -1/\lambda Y_{EP} + 1/\lambda Y_t$, o $Y_t = Y_{EP}$.
4. Por ejemplo Lucas (1972) la representa como un proceso autorregresivo de orden 2 (AR(2)) descrito por:
 $X_t = \rho_1 X_t + \rho_2 X_t + \epsilon_t$, siendo ϵ_t es un elemento puramente aleatorio y los ρ 's parámetros.
5. En Puerto Rico no se dispone de estimados de las cuentas nacionales en una frecuencia mayor a la anual.
6. El cuadro A1 en el Apéndice contiene los datos utilizados.
7. Se examinaron, además, las raíces del polinomio característico de los sistemas y se encontró que los mismos satisfacen las propiedades de estabilidad. Ello significa que las series empleadas son estacionarias.
8. Además, se encontró que los coeficientes de las variables que recogen los cambios estructurales ocurridos en 1974 y 1984 son estadísticamente distintos a cero en el sistema al menos a un nivel de 5%.
9. Es importante recordar que los datos utilizados son anuales, así que un período en este modelo es equivalente a cuatro trimestres.

8. Referencias bibliográficas

- Ahmed, S. y J. H. Park. 1992. Sources of Macroeconomic Fluctuations in Small Open Economies. **Federal Reserve Bank of Philadelphia**. Working Paper No. 92-22.
- Barsky, R.B. y J.A. Miron. 1989. The seasonal Cycle and Business Cycle. **Journal of Political Economy**. (Vol. 97). No. 4. 503-538.
- Baxter, M. y R. King. 1995. Measuring Business Cycles: Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series. **National Bureau of Economic Research**. Working Paper No. 5022.
- Bernanke, B. S. 1986. Alternative Explorations of the Money Income Correlations. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**. No. 25: 49-100.

- Blanchard, O. 1989. A Traditional Interpretation of Macroeconomic Fluctuations. **The American Economic Review**. (Vol. 79). No. 5. 1146-1164.
- Blanchard, O. J. y D. Quah. 1989. The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances. **The American Economic Review** . (Vol.79). No. 4. 655-673.
- Cristiano, L. J. y M. Eichenbaum. 1992. Liquidity Effects, Monetary Policy, and the Business Cycle. **National Bureau of Economic Research**. Working Paper No. 4129.
- Estrella, A. 1997. Aggregate Supply and Demand Shocks: A natural rate Approach. **Federal Reserve Bank of New York**. Working Paper No. 9739.
- Evans, G. 1987. Output and Unemployment Dynamics in the United States: 1950-1985. **Manuscrito**. London School of Economics.
- Karras, G. 1993. Sources of U.S. Macroeconomic Fluctuations: 1973-1989. **Journal of Macroeconomics**. (Vol. 15). No. 1. 47-68.
- Keating, J. W. y J.V. Nye. 1998. Permanent and Transitory Shocks in Real Output: Estimates from Nineteenth – Century and Postwar Economies. **Journal of Money Credit and Banking**. (Vol. 30). No. 1. 231-251.
- Kydland, F. E. y E. C. Prescott. 1982. Time to Build and Aggregate Fluctuations. **Econometrica**. (Vol. 50). No. 6. 345-70.
- Lucas, R. E. Jr. 1972. Expectations and the Neutrality of Money. **Journal of Economic Theory** (Vol. 4). No. 2.103-124.
- Shapiro, M. y M. Watson. 1988. Sources of Business Cycle Fluctuations. **National Bureau of Economic Research Macroeconomics Annuals**. 111-148.
- Toledo W.y M. Marquis. 1993. Capital Allocative Disturbances and Economics Fluctuations. **Review of Economics and Statistics**. (Vol. 75). No. 2. 233-240.

9. Apéndice

Cuadro A1. Datos utilizados en la Estimación

Año	PNB REAL	Deflactor de PNB
1950	878,3469	85,90000
1951	924,3764	88,20000
1952	1015,950	95,30000
1953	1080,825	97,00000
1954	1104,400	100,0000
1955	1138,385	100,3000
1956	1184,866	101,1000
1957	1222,029	103,5000
1958	1258,035	108,9000
1959	1363,604	111,0000
1960	1471,817	113,9000
1961	1563,427	117,3000
1962	1683,717	121,6000
1963	1821,251	124,7000
1964	1939,127	128,3000
1965	2098,633	131,7000
1966	2239,911	134,8000
1967	2339,250	141,4000
1968	2455,667	150,0000
1969	2684,858	155,2000
1970	2900,681	161,6000
1971	3080,047	170,4000
1972	3236,756	178,2000
1973	3399,676	185,4000
1974	3445,422	197,7000
1975	3379,463	212,3000
1976	3453,705	218,6000
1977	3588,465	228,0000
1978	3745,504	240,2000
1979	3948,466	254,2000
1980	4007,461	276,1000
1981	4047,630	301,7000
1982	3942,081	322,0000
1983	3840,053	339,8000
1984	3986,228	355,8000
1985	4105,692	365,4000

1986	4248,979	376,9000
1987	4428,789	387,3000
1988	4625,885	401,0000
1989	4808,241	415,0000
1990	4930,239	438,5000
1991	4972,531	458,7000
1992	5011,929	472,8000
1993	5177,771	485,4000
1994	5309,067	501,8000
1995	5491,662	518,1000
1996	5671,026	535,3000
1997	5864,497	551,5000
1998	6054,700	579,1000
1999	6300,100	606,6000
2000	6487,100	638,5000
2001	6585,100	668,9000
2002	6562,600	686,8000

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

Cuadro A2. Resultados de la Prueba de Cointegración de Johansen para las dos variables del modelo*

Valor Propio	Razón Max. Ver.	Valor Crítico (5%)	Hipótesis No. VC(s)
.198	17.08	25.32	0
.108	5.84	12.25	1

*Se usó intercepto, tendencia lineal y un sólo rezago. Fuente: Estimaciones hechas por el autor.