

*Avances tecnológicos
y las fluctuaciones económicas:
evidencia del sector
de la manufactura de Puerto Rico*

WILFREDO TOLEDO¹

- **Resumen:** Las teorías de los ciclos económicos reales predicen que, a corto plazo, el insumo de trabajo se mueve en la misma dirección que los cambios en la tecnología, mientras que en los modelos keynesianos sucede lo contrario. Un problema que surge al pretender examinar empíricamente estos planteamientos es la disponibilidad de indicadores de tecnología. El objetivo de este artículo es el aplicar, para el caso de Puerto Rico, la sugerencia hecha por Galí (1999) para identificar los impulsos tecnológicos en un modelo de vectores autorregresivos (VAR).
- **Abstract:** Real Business Cycles theory predicts that, in the short run, labor moves in the same direction as technology, while Keynesian models predict the contrary. One problem facing researchers when trying to test empirically these two hypothesis is that there are not technology indicators. The purpose of this paper is to apply, to the case of Puerto Rico, a suggestion made by Galí (1999) to identify technological impulse within a Vector Autorregressions Model.
- **Palabras clave:** ciclos económicos, impulsos tecnológicos, vectores autorregresivos estructurales.
- **Clasificación JEL:** E32, E37, E24.

¹ Wilfredo Toledo, Ph.D. Catedrático Asociado Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras, Dirección residencial: #74 Plaza del Pino, Parque del Río Trujillo Alto Puerto Rico 00976 Tel: (787) 761-7022 e-mail: WilfredoToledo@AOL.com. Agradezco los valiosos comentarios de Carlos Rodríguez Ramos y un árbitro anónimo.

■ *Introducción*

La teoría de los ciclos económicos reales (CER) originada en los trabajos Kydland y Prescott (1982) y Prescott (1986) plantean que los avances tecnológicos, aunque tienen el efecto de aumentar la productividad de los factores de producción y promover el crecimiento económico de largo plazo, son una fuente importante de las fluctuaciones económicas de corto plazo. Esta aseveración de las teorías de CER ha sido cuestionada por otras escuelas del pensamiento económico, principalmente los keynesianos. Summers (1986), al criticar dicha teoría afirma, entre otros puntos, que en la historia económica reciente de Estados Unidos no se han observado cambios dramáticos en tecnología, por lo que las fluctuaciones en ese país en la época de la posguerra no se le pueden atribuir a este factor. Prescott (1986a) contesta este planteamiento señalando que en Slusky (1927) se demuestra que una ecuación lineal en las primeras diferencias de bajo orden es capaz de generar las fluctuaciones económicas observadas en el ciclo económico, por lo que no es necesario la ocurrencia de grandes impulsos. Además plantea que no discute que existan otras fuentes del ciclo económico, pero que los cambios tecnológicos explican más de la mitad de las fluctuaciones ocurridas en Estados Unidos.

Otros trabajos han rebatido el argumento de Summers examinando modelos sectoriales de los ciclos económicos. Long y Plosser (1987) encuentran evidencia de que gran parte de las fluctuaciones en Estados Unidos se deben a pequeños impulsos sectoriales y no a grandes innovaciones agregadas. Evidencia adicional sobre este punto es provista por Stockman (1988) Toledo (1990) y Toledo y Marquis (1993), entre otros.

Una limitación que se ha confrontado en la dilucidación de esa controversia es la falta de medidas precisas sobre los desarrollos en tecnología que permitan su evaluación empírica. Tradicionalmente se ha utilizado el residuo de Solow como indicador de esa variable, pero existen varias objeciones a su uso. Por ejemplo, en dicha medida no se incorpora el esfuerzo de los trabajadores y en algunas circunstancias no se ha ajustado por la tasa de utilización del capital (Jorgenson y Griliches, 1967); no siempre se incluyen otros factores de producción, como la energía; no se ajusta por falta de competitividad en los mercados de los insumos (Hall (1988, 1990)); y, por último, su utilización en los modelos de CER ha arrojado resultados que le atribuyen a la tecnología una alta proporción (cerca de 45 por ciento) de las variaciones en la producción agregada de Estados Unidos (Summers 1986).

Recientemente se han empleado restricciones de largo plazo desarrolladas por Blanchard y Quah (1989), en el contexto de los modelos de vectores autorregresivos (VAR), para identificar los impulsos tecnológicos.² El trabajo pionero es Galí (1999), que se discute en la próxima sección. El uso de la técnica propuesta por Galí con las series económicas de Estados Unidos y otros países desarrollados no ha arrojado resultados concluyentes sobre el rol de las innovaciones tecnológicas en la trayectoria de la actividad económica, por lo que la discusión todavía está vigente.

En este artículo se pretende arrojar información adicional a esta discusión aplicando la técnica desarrollada por Galí a las series económicas de la manufactura de Puerto Rico.³ Dicho país tiene características que lo distinguen de las economías ya examinadas. La estructura económica del país no tiene todas las características de los países desarrollados que se han analizado. Por ejemplo, el nivel de desempleo contabilizado en el país ha sido consistentemente alto si se compara con economías más adelantadas. Además, aunque la economía de la isla es abierta, se distingue de otras economías por la relación política que mantiene con Estados Unidos.⁴ Esta situación ha evitado la implantación de medidas de política monetaria (local) para intentar acomodar los *shocks* que han afectado la actividad económica y se ha dependido de las medidas implantadas por Estados Unidos, que no toman en cuenta las particularidades de los mercados locales. Tampoco en Puerto Rico se ha hecho uso coherente de los instrumentos de la política fiscal para contrarrestar las fluctuaciones económicas de corto plazo, sino que las medidas implantadas han tenido el objetivo de adelantar el crecimiento económico de largo plazo. Por tanto, los impulsos que afectan la trayectoria de la actividad económica no deben estar confundidos en las series económicas locales con medidas de política económica empleadas para contrarrestar los mismos y su identificación pudiera ser más precisa que en otras economías.

Por esto resulta interesante examinar si en este tipo de ambiente económico, los desarrollos tecnológicos tienen el mismo impacto que lo encontrado para otros países desarrollados como Estados Unidos. Además, para el caso de Puerto Rico existen muy pocos trabajos sobre las causas

2 Otras medidas que se han usado es el gasto en investigación y desarrollo (R&D) y el número de patentes registradas.

3 Se usaron estos datos porque en Puerto Rico las cuentas sociales sólo existen en frecuencia anual, mientras que algunos datos de la manufactura se obtienen en frecuencia mensual. Debido a que el ciclo económico es un fenómeno de corto plazo no se consideró adecuado usar datos anuales.

4 La sección II contiene una descripción breve de la economía de Puerto Rico.

de los ciclos económicos, por lo que esta discusión aporta al entendimiento de las fluctuaciones económicas en ese país.⁵

Sin embargo, la identificación de los impulsos tecnológicos en una economía que no se caracteriza por dedicar muchos recursos a las actividades de investigación levanta la interrogante (planteada muy bien por Capstrán-Carmona (2002) para México y relevante para Puerto Rico): ¿De dónde provienen las innovaciones en conocimiento? Keller (2004), como parte una reseña de la literatura sobre la difusión internacional de tecnología, menciona que las nuevas técnicas se pueden importar a través de los productos intermedios, por medio de seminarios y otros procesos de enseñanza-aprendizaje o directamente por parte de las subsidiarias de las compañías transnacionales. En el caso de Puerto Rico, los adelantos tecnológicos provienen principalmente de las subsidiarias de compañías de Estados Unidos que se han establecido en la isla, como se discute en la próxima sección.

La organización del resto del artículo se describe a continuación. En la próxima sección se presenta una breve descripción de la economía de Puerto Rico. La sección III se dedica a examinar los planteamientos de los CER sobre los efectos de los *shocks* en tecnología sobre el mercado de empleo y se contrastan con el paradigma keynesiano. La sección IV se dedica a la discusión de la identificación de los impulsos tecnológicos planteada por Galí. El análisis empírico se presenta en la sección V, mientras que la última sección se utiliza para resumir la investigación.

■ *Visión panorámica de la economía de Puerto Rico*

Puerto Rico mantiene relaciones económicas y políticas con Estados Unidos desde la terminación de la guerra hispanoamericana en 1898. Estas relaciones establecen moneda común (el dólar americano), libre flujo de capital, trabajo, bienes y servicios, entre otros. Es decir, que dicha relación hace que ambos compartan un mercado monetario, financiero y comercial común.

La economía de la isla, que era fundamentalmente agraria, comienza a transformarse luego de la Segunda Guerra Mundial, con un incremento sustancial de las inversiones de Estados Unidos, principalmente en las áreas de manufactura y comercio, por lo que, de 1950 y hasta principios de los setenta, la economía de la isla experimentó un extraordinario cre-

⁵ En la sección III se reseñan los dos trabajos sobre ese tema que se encontraron para la isla.

cimiento económico. Sin embargo, a partir de la crisis petrolera, ocurrida a mediados de los años setenta, la economía de Puerto Rico se ha caracterizado por un largo período de bajo crecimiento económico. El Cuadro 1 resume el crecimiento de algunos indicadores económicos de ese país para distintos períodos.

Cuadro 1
Tasas de crecimiento de la actividad económica (%)

<i>Períodos</i>	<i>PIB Real*</i>	<i>TD**</i>
1950-70	6.8	12.8
1971-80	4.3	15.8
1981-90	3.6	18.8
1991-04	3.7	13.4

Fuentes: *Junta de Planificación de Puerto Rico; ** Departamento del Trabajo y Recursos Humanos de Puerto Rico

En las décadas de éxito económico, de 1950 a 1970, el producto interno bruto real tuvo un crecimiento promedio anual de 6.8. Sin embargo, para los períodos de 1971 a 1980, 1981 a 1990 y 1991 al 2004, esa cifra disminuyó a 4.3, 3.6 y 3.7 por ciento, respectivamente. Hubo un crecimiento anual negativo en los períodos de recesión, de 1974 a 1975 y de 1981 a 1982, y un crecimiento cercano a cero para el 2002.

La tasa de desempleo aumentó, si se compara el período de 1950 a 1970 con el de 1971 hasta el presente, obteniendo las peores cifras para las décadas de los setenta y los ochenta. Para el año 1983 llegó a reportarse una tasa de desempleo de 23.5 por ciento. A partir de la década de los noventa, el desempleo ha disminuido un poco, pero los niveles permanecen sobre el 12 por ciento.

Un sector que ha tenido gran importancia para el crecimiento económico en la isla ha sido el sector manufacturero. La estrategia de desarrollo de Puerto Rico se ha basado principalmente en la atracción de capital de Estados Unidos. En 1976, la isla logró que el gobierno de Estados Unidos otorgara exención contributiva sobre las ganancias de las compañías estadounidenses generadas en Puerto Rico (sección 936 del código de rentas internas de Estados Unidos), lo que estimuló la llegada de muchas empresas estadounidenses al país. Esta acción colocó a la manufactura como el principal sector de producción en Puerto Rico, aunque no aportó mucho a la reducción del desempleo. El cuadro 2 contiene algunas estadísticas sobre la aportación de este sector a la economía del país.

Cuadro 2
 Importancia de la manufactura (precios corrientes*)

Años	PIB	Manufactura (PMNF)	PMNF/ PIB	Exportaciones (X)	Exportaciones de Manufactura (XMNF)	X/ XMNF
1970	5,034.7	1,910.0	0.24	1729.3	ND	ND
1980	14,436.1	5,306.3	0.37	7013.3	6899.6	0.98
1990	30,603.9	12,125.8	0.40	19305.4	19085.5	0.99
2000	61,701.8	24,078.6	0.39	38465.7	37993.1	0.99
2004	78,947.2	32,990.8	0.42	55080.2	54601.7	0.99

*La producción sectorial en Puerto Rico no está disponible en términos reales. ND significa que el dato no está disponible. Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico.

Como es evidente en este cuadro, la producción del sector de manufactura representaba el 37 por ciento del producto interno bruto en 1980, 39 por ciento en el 2000 y 42 por ciento en el 2004. Por otra parte, desde 1990, las exportaciones de la manufactura han representado 99 por ciento de todas las exportaciones de Puerto Rico, y en 1980 fue 98 por ciento. Sin embargo, en términos del empleo, la aportación de este sector no es tan significativa. En 1980, la manufactura contribuyó directamente con el 19 por ciento del empleo total⁶ en la isla, 17 por ciento en 1990 y 11 por ciento en el 2004. Esto es relativamente bajo si se compara con la contribución de dicho sector a la producción y exportaciones, y se explica por el gran valor de la producción de las industrias intensivas en capital.

Dentro del sector manufacturero, la industria más importante es la de producción de medicinas. En el año 2000, ésta representaba cerca de 25 por ciento del PIB de Puerto Rico. La importancia de esta industria no se limita a la isla, sino que su producción representa un porcentaje significativo de la producción total de medicinas en Estados Unidos. Por ejemplo, en 1997, la producción de medicinas en Puerto Rico representó el 24 por ciento de la producción total de este bien en Estados Unidos y 21 por ciento en el 2002, de acuerdo a los datos de los dos últimos censos de manufactura de Estados Unidos que se realizan cada cinco años e incluyen a Puerto Rico. La industria de medicinas es intensiva en capital y, al estar compuesta por empresas estadounidenses, se ve afectada por las innovaciones tecnológicas desarrolladas en Estados Unidos.

En síntesis, las características principales de la economía de Puerto Rico son:

- Uso del dólar como moneda y sujeción a las regulaciones bancarias de Estados Unidos.
- Libre comercio entre las economías de Estados Unidos y la isla.
- Altas tasas de desempleo, la tasa anual más baja desde los años cincuenta ha sido 10 por ciento.
- Bajas tasas de crecimiento económico a partir de los años setenta.
- Crecimiento económico basado en la atracción de capital de Estados Unidos, principalmente industrias de alta tecnología a partir de 1976.

■ *El mercado laboral y la tecnología*

Los modelos de los ciclos económicos reales postulan que parte de las fluctuaciones observadas en la trayectoria de la economía provienen de

⁶ Estas cifras no incluyen el empleo indirecto e inducido.

innovaciones tecnológicas que la estructura económica no absorbe rápidamente, por lo que su efecto inmediato es reducir la actividad económica, aunque a largo plazo aporten a su crecimiento. Un elemento importante en esos modelos es la respuesta del mercado de trabajo a dichas innovaciones. Una forma de examinar este asunto es comenzando con una función de producción dada por:

$$(1) \quad Y_t = \lambda_t f(L_t, K_t)$$

Dicha ecuación implica que:

$$(2) \quad \partial Y_t / \partial L_t = \lambda_t f_L(L_t, K_t)$$

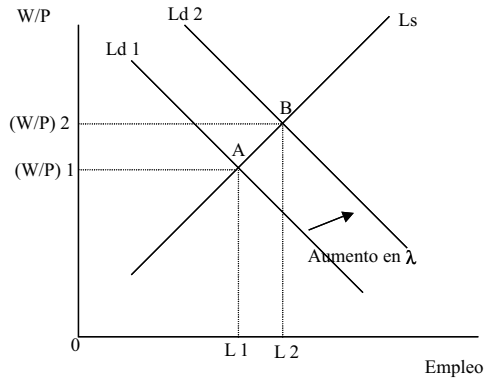
De acuerdo a (2) aumentos en la variable de tecnología, incrementan la productividad marginal del trabajo y por consiguiente su demanda. Si la oferta de trabajo tiene pendiente positiva y no depende de la tecnología, entonces el aumento en λ_t genera valores más altos de los salarios reales y del nivel de empleo, como se ilustra en la Gráfica 1. Sin embargo, este modelo estático no permite examinar la persistencia de estos impulsos sobre estas dos variables.

En los modelos de equilibrio general, contruidos de acuerdo a teorías de CER, se utilizan funciones de preferencia de un consumidor representativo donde los efectos ingresos y sustitución, que resultan luego del incremento en los salarios, se cancelan mutuamente, lo que deja inalterado las selecciones óptimas de consumo y ocio. Por tanto, las innovaciones tecnológicas tienen efectos permanentes sobre los salarios y transitorios sobre el insumo laboral. El efecto inmediato del impulso es un aumento en los salarios y el trabajo. Esta forma de construir los modelos se ha hecho para reproducir las series económicas de Estados Unidos donde, en el último siglo, se ha incrementado la compensación real de los trabajadores pero las horas trabajadas per cápita no han variado significativamente (ver Capistrán-Carmona, 2002).

Por otro lado, los modelos keynesianos de los ciclos económicos presumen rigidez en los salarios nominales. Una forma de examinar este asunto es a base del modelo contratos de largo plazo planteados por Fischer (1977) y Taylor (1979). Las características principales del modelo son: los productores se dividen en dos grupos que fijan los salarios por dos períodos; los salarios nominales de la mitad de los trabajadores para el período “ t ” y “ $t+1$ ” se establecen al inicio del período t , pero estos dos valores no necesariamente son iguales; el valor de los salarios establecido para cada período es igual al valor

esperado del salario real de equilibrio ($E[W_{rt}^*]$). A base de la hipótesis de expectativas racionales.

Gráfica 1
Efecto de un aumento en tecnología sobre los salarios y el empleo



En forma logarítmica el modelo puede representarse como: $W_{rt} = W_{nt} - P_t$. Donde: W_{rt} es el salario real; W_{nt} es el salario nominal; y, P_t es el nivel de precios, todos en el período t . Si se define el salario real de equilibrio como W_{rt}^* entonces:

$$(3) \quad W_{nt,t-1} = E_{t-1}[W_{nt}^* + P_t]$$

Éste es el salario nominal en el período t para la mitad de los trabajadores. Para la otra mitad de los empleados, el salario estará dado por:

$$(4) \quad W_{nt,t-2} = E_{t-2}[W_{nt}^* + P_t]$$

A base de las ecuaciones (3) y (4), en el período t rige un salario promedio, $W_{M,t}$, que depende de las expectativas que tenían los agentes económicos en los períodos $t-1$ y $t-2$ y está dado por:

$$(5) \quad W_{M,t} = .5E_{t-1}[W_{rt}^* + P_t] + .5E_{t-2}[W_{rt}^* + P_t]$$

Un resultado de esta última ecuación es que los cambios inesperados ocurridos en el estado de la economía tendrán un efecto sobre los salarios por dos períodos. Para examinar el efecto sobre la economía

total es necesario especificar alguna regla para la determinación de la producción. Fischer presume que los productores manifiestan una conducta de optimización y seleccionan aquel nivel de empleo que hace que la productividad marginal del trabajo sea igual al salario real. Este supuesto, conjuntamente con las condiciones de regularidad de la función de producción, provoca que las desviaciones de la producción de su nivel de empleo pleno dependa inversamente del salario real, $(W_{M,t} - P_t)$. En forma matemática, la oferta agregada puede expresarse como: $Y_t = Y^* + \alpha_0(W_{M,t} - P_t)$, $\alpha_0 < 0$, ó utilizando (5):

$$(6) \quad Y_t = Y^* + \alpha_0 .5E_{t-1}[(W_t^* + P_t) - P_t] + .5E_{t-2}[(W_t^* + P_t) - P_t]$$

De la ecuación (6) se desprende que existe una relación inversa entre la producción y los salarios reales (recuerde que $\alpha_0 < 0$). Así que, aumentos en tecnología tienden a incrementar la producción y deben reducir los salarios reales.

Pasemos a la evidencia empírica. Galí (1999) utiliza las restricciones de largo plazo en un sistema VAR para descomponer los impulsos que afectan la productividad y el trabajo en innovaciones tecnológicas y de otro tipo, como se mencionó. Ese autor utiliza datos trimestrales de Estados Unidos para el período de 1948:1 a 1994:4 y para el período de posguerra para los otros países G-7.⁷ Galí construye dos modelos: uno donde el indicador del insumo laboral son horas trabajadas y otro usando empleo. Los dos sistemas se estiman en las primeras diferencias de las variables.

Las funciones de impulso-respuesta de los sistemas estimados por dicho autor revelan que los cambios tecnológicos inesperados aumentan la productividad y reducen el insumo de trabajo. Este último resultado no fue encontrado en el caso de Japón. Hallazgos similares sobre el efecto negativo de los *shocks* tecnológicos sobre la oferta de trabajo son reportados por Shea (1999) Francis y Ramey (2001 y 2002).

Capstrán-Carmona (2002) realiza el mismo tipo de análisis de Galí aplicado a la economía mejicana. Sin embargo, en su trabajo, Capstrán-Carmona se concentra en el sector de la manufactura; las estimaciones las hace con datos mensuales de 1980:1 a 2001:12, usando las horas trabajadas y la productividad de ese sector económico. Los resultados evidencian una relación positiva entre los impulsos en tecnología y la productividad, mientras que en el caso de las horas trabajadas, aunque la

⁷ Los países son Canadá, el Reino Unido, Alemania, Francia, Italia y Japón. El período del análisis varió para cada país por la disponibilidad de datos.

respuesta promedio es positiva, la misma no es estadísticamente distinta de cero a un nivel de confiabilidad de 66 por ciento.

Dos argumentos importantes para contrarrestar la evidencia desfavorable a la teoría de los ciclos económicos reales, aparecida en la literatura discutida, se han esgrimido. En primer lugar, el supuesto de que la serie de horas trabajadas tiene una raíz unitaria ha sido cuestionado. En segundo lugar se ha señalado que es necesario aislar los efectos de los cambios en productividad de otros factores que afectan la decisión de los individuos sobre las horas que dedicarán al trabajo.

Christiano, Eichenbaum y Vigfusson (2003) aseveran que los resultados encontrados por Galí y otros autores sobre este asunto dependen crucialmente del supuesto de que la serie de horas trabajadas tiene una raíz unitaria. La validez de dicho supuesto se cuestiona a base del bajo poder que tienen las pruebas que existen para detectar ese atributo de las series de tiempo.⁸ Esos autores estiman el modelo VAR de las horas trabajadas y la productividad usando los niveles de la primera variable y las diferencias de la segunda, con datos para Estados Unidos para el período de 1948 a 2001. Sus resultados reflejan que un impulso positivo en tecnología incrementa las horas trabajadas, como predicen los modelos de ciclos económicos reales. Hallazgos similares son informados por Pesavento y Rossi (2003).

Uhlig (2003) afirma que la evolución de las horas trabajadas y la productividad, además de depender de los avances en tecnología, pueden verse afectadas por otros dos factores: los impuestos sobre los dividendos y cambios en las actitudes sociales hacia el trabajo. Modificaciones en la estructura de impuestos sobre los ingresos provenientes del capital afectan los niveles óptimos de ese insumo y por consiguiente la productividad del trabajo y su valor de equilibrio. Por ejemplo, un incremento en ese tipo de gravamen reduce el ahorro y aumenta los niveles de ocio y otros bienes, por lo que se reducen las horas trabajadas. A corto plazo, con el capital fijo, aumenta la productividad del insumo laboral pero, a largo plazo, cuando el capital disminuye, ésta también merma. Por tanto, a corto plazo, la productividad y el trabajo se mueven en dirección opuesta como fue encontrado por Galí en el trabajo ya citado, pero no en respuesta a un impulso en tecnología, sino como resultado de cambios en las leyes contributivas.

Un planteamiento innovador levantado por Uhlig es la importancia de cambios en las actitudes hacia el trabajo en el examen de este tema. Los trabajadores pueden considerar una fracción de horas laborables

⁸ Este punto se discute en la próxima sección.

como tiempo de interacción social u ocio. Ejemplo de este tipo de actividades son acceso a la Internet, viajes de negocios y uso de facilidades recreativas. Si los patronos determinan la tasa salarial a base de horas que aportan a la producción y no de acuerdo a las horas contratadas, pudieran retener más empleados que los necesarios. Así que adelantos tecnológicos, que incrementan la productividad del trabajo, pudieran no aumentar las horas trabajadas, sino simplemente reducir el tiempo de ocio en el empleo. Por tanto, pudiera existir un problema de medición en la productividad que aparece en las estadísticas públicas.

Uhlig incorpora los dos factores en la construcción de una economía artificial, basada en un modelo de crecimiento, que calibra con datos de Estados Unidos y genera series para las horas trabajadas y la productividad. Estas variables se modelan como un sistema VAR donde se implanta la identificación de Blanchard-Quah, pero a un plazo intermedio (de 4 a 20 periodos). El autor examina la dinámica del sistema ante aumentos en tecnología, encontrando que tanto las horas trabajadas como la productividad aumentan ante el impulso en tecnología, lo que es compatible con los ciclos económicos reales.

En Puerto Rico existen muy pocos estudios sobre las causas de los ciclos económicos; sólo se encontraron dos artículos que abordan este tema. Toledo (1994) examina la importancia relativa de impulsos reales y monetarios en un modelo VAR compuesto por el empleo, la oferta monetaria interna y el precio real del petróleo, usando datos trimestrales de Puerto Rico para el período de 1976:1 a 1991:1. Ese autor encontró que, al cabo de 20 trimestres, los *shocks* en el precio del petróleo explicaban cerca del 65 por ciento de varianza del error de predicción del empleo, mientras que la oferta monetaria interna explicaba cerca del 14 por ciento.

Alameda (1996) examina el efecto de impulsos reales y monetarios en la generación del ciclo económico de Puerto Rico. Para esto estima un modelo VAR compuesto por el PNB real de Puerto Rico y su deflactor, M2 de Estados Unidos el precio real del petróleo; y un estimado del residuo de Solow para Estados Unidos, tomado de Toledo (1990). Ese autor usa datos trimestrales para el período de 1961:1 a 1990:1. Alameda encuentra que el precio del petróleo es muy importante explicando las fluctuaciones en la economía de P.R., pero no así el residuo de Solow. Además, los resultados de su investigación sugieren que las innovaciones en la oferta monetaria de Estados Unidos afectan principalmente a la inflación y no a la producción real de la isla.

En otro de sus análisis, Alameda halla que de 36 a 59 por ciento de las variaciones del PIB real de Puerto Rico se debe a impulsos permanen-

tes. Ese autor descompone las innovaciones en la producción real de la isla usando distintos modelos ARIMA.

Como vemos, las investigaciones realizadas con datos de Puerto Rico han arrojado evidencia a favor de que el precio del petróleo es una fuente importante de los ciclos económicos. Sin embargo, el único trabajo que examinó el rol de los cambios tecnológicos, medidos a través del residuo de Solow, calculado para Estados Unidos, no encontró que éstos no hayan tenido gran impacto en la actividad de la isla. No obstante, reporta que una parte significativa de las variaciones en el producto interno bruto real de la isla se deben a choques permanentes. Por lo que es interesante explorar si estos hallazgos se mantienen al usar una metodología alterna para identificar los impulsos de tecnología.

■ *Identificación de los impulsos en tecnología con la descomposición Blanchard-Quah*

Galí (1999) utiliza la metodología propuesta por Blanchard y Quah (1989) para identificar los impulsos tecnológicos. El objetivo del autor es determinar si la correlación entre el insumo de trabajo y los avances tecnológicos es positiva, como en los modelos de CER, o negativa, como en los keynesianos.

Si se representan los impulsos de tecnológicos como ϵ_T y los no tecnológicos como ϵ_{NT} el siguiente sistema bi-variable sirve para ilustrar esta identificación:

$$(7) \quad \begin{aligned} \Delta X_t &= \theta_{11}(B)\epsilon_T + \theta_{12}(B)\epsilon_{NT} \\ \Delta L_t &= \theta_{21}(B)\epsilon_T + \theta_{22}(B)\epsilon_{NT} \end{aligned}$$

Donde: ΔX_t un vector que contiene las primeras diferencias de la productividad; ΔL_t es la primera diferencia del insumo laboral en el periodo t ; B es el operador de rezago; $\theta_{ij}(B) = \sum \theta_{ij,k} B^k$, $i=1,2$, $j=1,2$, $k=1,2,\dots,\infty$, contiene los parámetros asociados a los rezagos de cada uno de los dos tipos de impulsos en el primer sistema.

Partiendo del supuesto de que las series en sus primeras diferencias son estacionarias y utilizando el teorema de Wold, entonces es posible recobrar la representación VAR de los modelos, si se imponen algunas restricciones para identificar el sistema. Galí impone las siguientes restricciones:

$$i) \sum \theta_{12k} = 0, k \text{ va de cero a } \infty;$$

ii) $E[\varepsilon_T, \varepsilon_{NT}] = 0$, esto es, no existe correlación entre los dos procesos aleatorios (estos son ortogonales).

La primera restricción es la más importante y asegura que cambios inesperados en tecnología son los que tienen efectos permanentes sobre la productividad del trabajo; los multiplicadores de largo plazo del otro tipo de *shock* son iguales a cero. Se supone entonces que la raíz unitaria de los salarios proviene del efecto de los avances tecnológicos sobre la productividad del trabajo.

Estas restricciones propuestas por Galí toman como base dos características de los adelantos tecnológicos: (1) aumentan la productividad del trabajo; (2) no disminuyen a través del tiempo o existe una memoria social que recuerda en cada período la tecnología del pasado. Por tanto, una vez la productividad del trabajo es impactada por innovaciones de tecnología alcanza un nivel más alto que no tiende a reducirse. Por otro lado, los impulsos no-tecnológicos se pueden asociar con la demanda agregada (como monetarios), que pudieran tener efectos de corto plazo sobre la productividad de trabajo pero, a largo plazo, su efecto se desvanece o afectan tal vez sólo las variables nominales.

Los efectos de los tipos de impulsos sobre las horas trabajadas se consideran transitorios. En el caso de las innovaciones no tecnológicas por lo ya explicado. Con respecto a los choques tecnológicos se puede asumir que el aumento en la productividad incrementa el salario real, pero que los efectos ingreso y sustitución, asociados al consumo de ocio, se cancelan mutuamente, por lo que la oferta de trabajo se queda inalterada a largo plazo.

En el modelo de competencia perfecta, las empresas maximizan sus ganancias cuando los precios de los insumos son iguales a sus productividades marginales. Así que en el sistema (7) se puede sustituir la productividad marginal del trabajo por el salario real. Dicha sustitución la hacen Francis y Ramey (2002) y Gamber y Joutz (1993), mientras que Christiano y Eihenbaum (1992) hacen lo opuesto, usan la productividad del trabajo como medida del rendimiento del insumo laboral en vez de los salarios reales.

Usando los salarios reales el sistema (7) luce como:

$$(8) \quad \Delta\left(\frac{w}{p}\right)_t = \phi_{11}(B)\varepsilon_T + \phi_{12}(B)\varepsilon_{NT}$$

$$\Delta L_t = \phi_{21}(B)\varepsilon_T + \phi_{22}(B)\varepsilon_{NT}$$

Donde $\Delta\left(\frac{w}{p}\right)_t$ es la primera diferencia del salario real y los demás símbolos ya han sido definidos. En el sistema (8) para identificar los dos

tipos de innovaciones se usa la restricción dada por (ii) y: $\Sigma\phi_{12k} = 0$, k va de cero a ∞ .

Como en Puerto Rico no existen datos mensuales para calcular la productividad del trabajo, en este estudio se usó el sistema (8) para identificar los impulsos en tecnología en el sector de la manufactura.

Así que, para obtener una medida de cambios tecnológicos, se estima un modelo VAR compuesto por los salarios reales (o la productividad del trabajo) y las horas trabajadas y se imponen las restricciones descritas. En ese sistema, las funciones de impulsos respuesta y la descomposición de la varianza del error de proyección se utilizan para observar la respuesta dinámica de las variables del sistema a los dos tipos de innovaciones.

Los sistemas (7) y (8) presumen que el trabajo, los salarios reales y la productividad son series I(1). Por esto es necesario realizar pruebas de raíces unitarias antes de estimar estos modelos. Sin embargo, las pruebas de raíces unitarias tienen un poder bajo. Esto significa que la probabilidad de no rechazar la hipótesis de raíz unitaria, cuando ésta es falsa, es alta. El poder de esta prueba se reduce a medida que la raíz de la serie (ρ) se acerca a uno. Por ejemplo, DeJong, Nankervis, Savin, y Whiteman (1992) encuentran en experimentos montecarlos, que el poder de la prueba de Dickey y Fuller aumentada (ADF) es 0.61 para $\rho=0.85$ en una serie de 100 observaciones. Lo que significa que en casi la mitad de las pruebas del experimento se concluyó que la raíz del proceso era uno cuando en realidad era 0.85. Otros trabajos que llegan a la misma conclusión sobre el bajo poder de la prueba son: McCallum (1986), Rudebusch (1992), Diebold y Rudebusch (1989). A luz de estos hallazgos, y dado que los resultados en torno a los efectos de los cambios tecnológicos sobre la actividad económica dependen críticamente del orden de integración de la oferta de trabajo (ver Christiano, Eichenbaum y Vigfusson (2003)), se decidió estimar dos sistemas: uno con L y otro con ΔL . El examen de las raíces del polinomio inverso de los sistemas se usa para determinar si hay evidencia de la adecuación de usar la oferta de trabajo en sus niveles.

■ *Análisis empírico*

El análisis empírico se realizó con datos mensuales del sector de manufactura de Puerto Rico (salarios y horas trabajadas). No se utilizaron otros sectores porque no se cuenta con los datos necesarios en frecuencia mensual. Los salarios se transformaron a sus valores reales utilizando el índice de precios del consumidor, mientras que las horas trabajadas

se convirtieron en per cápita dividiéndolas por la población de 16 años o más. Se utilizaron observaciones para el período de 1980:1 a 2004:1, las series fueron ajustadas estacionalmente por medio del método de promedios móviles.

El Cuadro 3 presenta los resultados de las pruebas de Dickey Fuller aumentadas (ADF) para examinar el orden de integración de las variables. La hipótesis de raíces unitarias no se puede rechazar para ninguna de las dos series de tiempo. Sin embargo, en el caso de las horas trabajadas, el valor de estadístico ADF es muy cercano al valor crítico. Por tanto, aunque a base de esta prueba se deben utilizar las primeras diferencias de las mismas, la evidencia no es muy contundente. Ante el bajo poder de esta prueba y los argumentos de Christiano y otros (2002) se decidió estimar un segundo sistema usando los niveles de las horas trabajadas, como se mencionó en la sección anterior.

Cuadro 3
Resultados de la prueba de raíces unitarias

<i>Variable</i>	<i>Rezagos*</i>	<i>Inter- cepto</i>	<i>Tenden- cia</i>	<i>Estadístico ADF</i>	<i>Valor Crítico 5%</i>
Salario Real (<i>W/P</i>)	1	Si	Si	-0.68	-3.43
Horas Trabajadas (<i>L_t</i>)	1	Si	Si	-3.06	-3.46

* Determinado utilizando el criterio de Akaike

Una deliberación que es necesario hacer antes de estimar los modelos dinámicos es la longitud de los rezagos. Existen múltiples criterios que pueden ser utilizados para esos propósitos, como el criterio de información de Akaike. Bajo ese criterio se define una función objetivo cuyo valor depende en forma directa de la combinación lineal de la varianza de los residuos del modelo de regresión y el número de parámetros estimados relativo al tamaño de la muestra. Aumentos en el número de rezagos reduce el primer término pero incrementa el segundo. El objetivo es encontrar el número óptimo de rezagos o el que minimiza la función descrita.

El valor de la función objetivo (hasta ocho rezagos), asociada a cada uno de los dos modelos, se muestra en el Cuadro 4. En el modelo con las horas trabajadas en las primeras diferencias (modelo 1) se minimiza esta función cuando la longitud de rezago es dos, mientras que el sistema con dicha variable en los niveles (modelo 2) se hace lo propio con cuatro; en ese sistema se ha incluido una variable de tendencia lineal.

Cuadro 4
Determinación de la longitud de rezago

<i>Orden de Rezago</i>	$[\Delta(W/P) \Delta L_t]$ <i>AIC</i>	$[\Delta(W/P) L_t]$ <i>AIC</i>
0	-4.562	-7.676
1	-4.953	-8.721
2	-4.996*	-8.957
3	-4.987	-8.989
4	-4.981	-8.992*
5	-4.957	-8.970
6	-4.936	-8.946
7	-4.914	-8.927
8	-4.897	-8.913

*Longitud óptima.

Algunos resultados de la estimación de los dos modelos se resumen en el Cuadro 5. Se aprecia que los parámetros estimados en la representación VAR de los dos modelos son estadísticamente distintos de cero, al menos a un nivel de significancia de 5 por ciento. El primer modelo explica el 14 por ciento de las variaciones en $\Delta(W/P)$ y casi 30 por ciento de las variaciones de ΔL_t , mientras que en el segundo, el R^2 en la ecuación de los salarios es 16 por ciento y en la de las horas trabajadas cerca de 92 por ciento. Los valores del estadístico Q sugieren que los residuos de ambos sistemas son aleatorios. Los modelos construidos parecen recoger adecuadamente la evolución de las dos variables consideradas. Observe que la hipótesis de que los coeficientes de los rezagos cuatro son iguales a cero no se puede rechazar para el segundo modelo, pero como el criterio de Akaike revela que ése es el número óptimo de retardos, y dado que es más perjudicial para la estimación omitir variables que incluir variables redundantes, se decidió mantener ese número de rezagos.

Como en el sistema dos se utilizan los niveles de las horas trabajadas es pertinente determinar si el mismo es estable. Un examen de las raíces del polinomio característico inverso asociado a dicho sistema muestra que todas están dentro del círculo unitario (ver Apéndice). Por lo que parece adecuado el uso de la variable de horas trabajadas en los niveles.

Examinemos ahora la dinámica de los modelos. Una herramienta analítica disponible en los modelos VAR son las funciones de impulso-respuesta. Estas funciones resumen el efecto de un aumento en los residuos de cada ecuación sobre las variables que componen el sistema.

Cuadro 5
Resultados de los modelos
Periodo: 1980:01 2004:01

Modelo 1: $[\Delta(W/P) \Delta L_t]$	Prueba de exclusión de rezagos de Wald Estadístico Ji cuadrado [valores-P]		
Rezago	Excluir		
	$\Delta(W/P)$	ΔL_t	Ambos
1	31.89 [0.000]	102.04 [0.000]	133.08 [0.000]
2	7.27 [0.02]	8.61 [0.013]	17.77 [0.001]
Grados de Libertad	2	2	4
R²	Ecuación de $\Delta(W/P)= 0.14$	Ecuación de $\Delta L_t=0.29$	

Estadístico Q(5) multivariable*:2.35 Valor-P 0.67

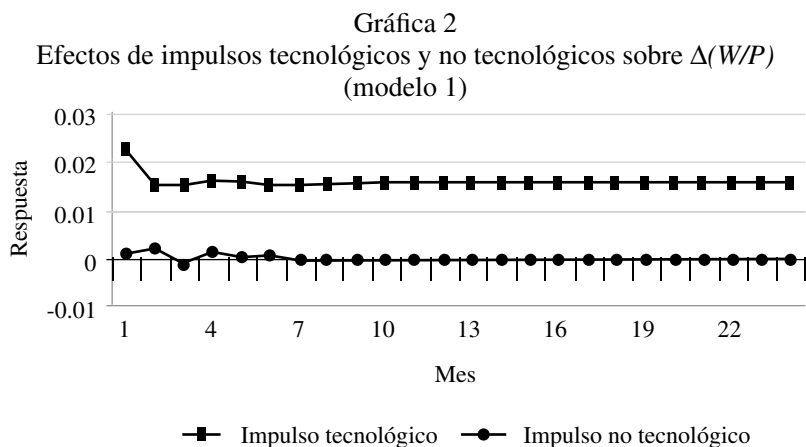
Modelo 2: $[\Delta(W/P) L_t]$	Prueba de exclusión de rezagos de Wald Estadístico Ji cuadrado [valores-P]		
Rezago	Excluir		
	$\Delta(W/P)$	ΔL_t	Ambos
1	36.64 [0.000]	27.65 [0.000]	69.05 [0.000]
2	11.44 [0.003]	33.12 [0.000]	42.72 [0.000]
3	5.20 [0.070]	5.67 [0.060]	12.61 [0.001]
4	3.14 [0.210]	2.15 [0.341]	6.48 [0.17]
Grados de Libertad	2	2	4
R²	Ecuación de $\Delta(W/P)= 0.16$	Ecuación de $L_t=0.92$	

Estadístico Q(5) multivariable* : 2.94 Valor-P 0.57

* Se somete a prueba de que las autocorrelaciones de los residuos hasta de orden cinco son iguales a cero

Las restricciones estructurales impuestas sobre los sistemas examinados identifican dichas innovaciones como cambios inesperados en tecnología y de otro tipo.

Las Gráficas 2 y 3 presentan las funciones de impulso-respuesta acumulada del modelo estimado en las primeras diferencias de las dos variables. El impacto inicial de los impulsos tecnológicos sobre los salarios reales es positivo, como predicen los modelos de ciclos económicos reales.

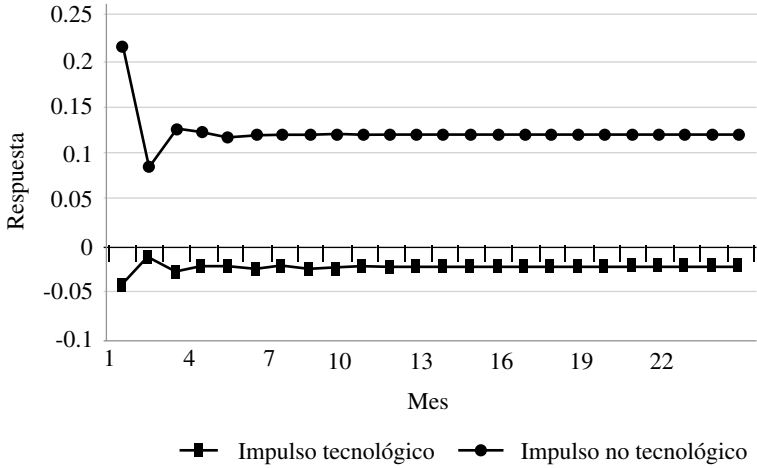


Sin embargo, el efecto se torna negativo y desaparece rápidamente. En el caso del insumo laboral, la respuesta inicial a este shock es negativa. Se observa que, a largo plazo, los salarios experimentan un alza, mientras que las horas trabajadas disminuyen ante los impulsos en tecnología. Estos resultados son similares a los obtenidos para Estados Unidos.

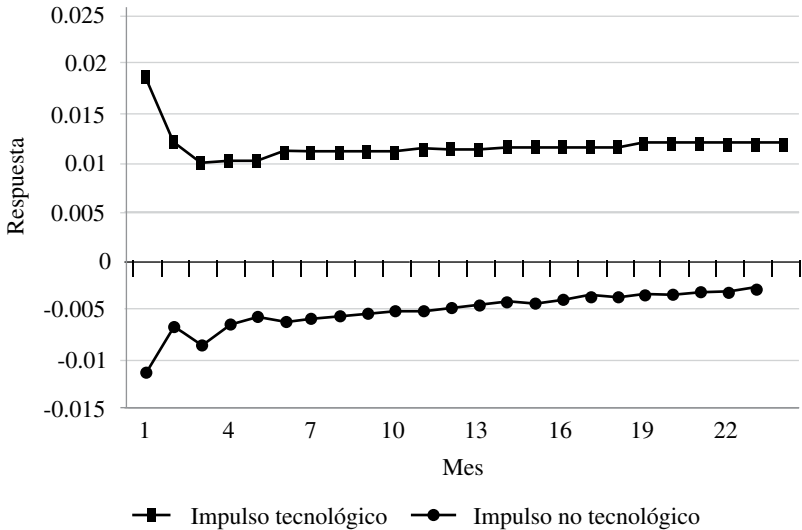
Las Gráficas 4 y 5; ilustran las funciones de impulso-respuesta acumuladas para el modelo 2. Como se puede apreciar, el efecto sobre los salarios no se altera si se compara con el primer sistema, mientras que el efecto sobre las horas trabajadas es positivo, como predicen los modelos de ciclos económicos reales.

Los hallazgos de esta investigación revelan que el efecto de impulsos en tecnología sobre el insumo de trabajo depende del supuesto sobre el orden de integración de la serie. Para el caso de Puerto Rico, el uso de la serie de horas trabajadas en los niveles parece ser adecuado, ya que el sistema estimado es estable. Por consiguiente, el diferenciar esta variable antes de la estimación pudiera implicar problemas de especificación en el modelo.

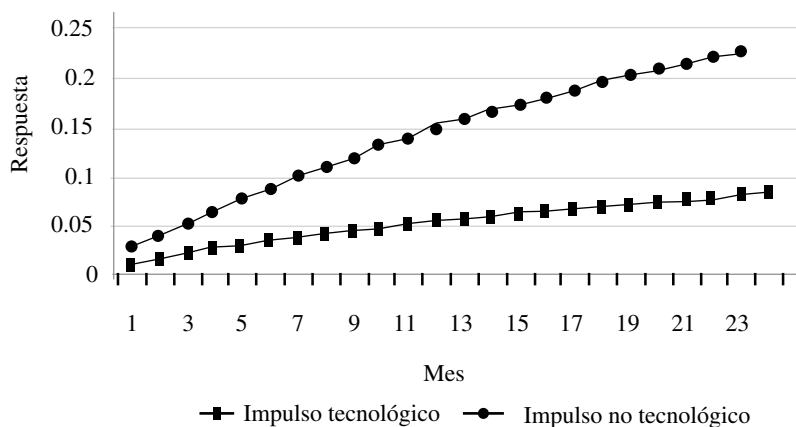
Gráfica 3
Efectos de impulsos tecnológicos y no tecnológicos sobre ΔL
(modelo 1)



Gráfica 4
Efectos de impulsos tecnológicos y no tecnológicos sobre $\Delta(W/P)$
(modelo 2)



Gráfica 5
Efectos de impulsos tecnológicos y no tecnológicos sobre $\log L$
(modelo 2)



Una forma de determinar la importancia relativa de los dos tipos de impulsos es examinando la proporción de la varianza del error de proyección que se le puede atribuir a cada uno. El error de proyección 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 los valores de la función de descomposición de la varianza de error de proyección. Para el Modelo 1, los cambios tecnológicos inesperados explican más de 97 por ciento de las variaciones en los salarios reales de manufactura en la isla. Este hallazgo no es sorprendente, ya que dicho factor incrementa la productividad del trabajo. Estos impulsos, además, son responsables de hasta cerca de cinco por ciento de las desviaciones de las horas trabajadas de su tendencia de crecimiento de largo plazo.

En el modelo 2, que utiliza los niveles de las horas trabajadas, los avances tecnológicos explican casi tres cuartas partes de las desviaciones de los salarios de manufactura de su tendencia de crecimiento. Por otro lado, esos impulsos son responsables de cerca del 10 por ciento de las variaciones experimentadas por las horas trabajadas.

Los resultados con respecto a los salarios reales sugieren que la identificación de los choques en el sistema VAR fue adecuada. En ambos mo-

delos, la dinámica de los salarios reales depende en forma significativa de los impulsos permanentes, que se usaron como una aproximación de las innovaciones de tecnología, como plantea la teoría económica. Por otro lado, no obtuvo evidencia clara que apoye ningún lado de la controversia en torno a la respuesta del insumo de trabajo ante cambios inesperados en los adelantos tecnológicos, ya que ésta depende del supuesto que se haga sobre el orden de integración de la serie de horas trabajadas, como se mencionó, y existen opiniones encontradas sobre este asunto.

Cuadro 6
Descomposición de la varianza del error de proyección
% de la varianza atribuible a impulsos tecnológicos

<i>Horizonte</i>	<i>Modelo 1</i>		<i>Modelo 2</i>	
	$\Delta(W/P)$	ΔL_t	$\Delta(W/P)$	L_t
1	99.83	4.05	72.56	12.65
6	97.57	4.66	70.99	11.78
12	97.56	4.66	70.93	11.29
24	97.56	4.66	70.89	11.04
36	97.56	4.65	70.88	11.04
60	97.56	4.66	70.88	10.97

■ *Conclusión*

En esta investigación se examinó el planteamiento de la escuela de ciclos económicos reales de que una parte importante de las fluctuaciones en la actividad económica pueden ser explicadas por cambios inesperados en el nivel de tecnología, con las series económicas del sector de manufactura de Puerto Rico. Se evaluó uno de los resultados de los modelos de CER: los *shocks* tecnológicos generan aumentos en las horas de trabajo.⁹

La descomposición de Blanchard-Quah de los residuos de los modelos VAR para identificar los impulsos en tecnología, según es sugerido por Galí (1999), fue la metodología usada. Para estos propósitos se estimaron dos modelos que incluyeron las horas trabajadas en manufactura y el salario real en ese sector económico. Las diferencias entre los modelos fue que uno utilizó los niveles del insumo de trabajo, mientras el otro las primeras diferencias; ambos modelos consideraron las primeras diferencias de las horas trabajadas. Se decidió estimar ambos modelos porque, a pesar de que con la prueba ADF no se puede rechazar la hipó-

⁹ Éste es un resultado del modelo de Kydland y Prescott(1982).

tesis de raíz unitaria en la serie de las horas trabajadas, es conocido que estas pruebas tienen un poder bajo, y ante la observación de Christiano y otros (2002) de que la dirección de la respuesta de las horas trabajadas ante choques positivos de tecnología varía al usar L o ΔL . Para determinar si la utilización de los niveles en las horas trabajadas no afectaba negativamente la estabilidad del modelo estimado se examinaron las raíces del polinomio inverso del sistema. Dicho análisis reflejó que el mismo era estable, lo que constituye evidencia de la adecuación de utilizar el insumo de trabajo en sus niveles.

Se encontró que, para el caso de Puerto Rico, la respuesta dinámica de las horas trabajadas en manufactura se comporta de forma similar a lo encontrado para Estados Unidos y otros países, con datos de todos los sectores económicos. Si se utilizan las primeras diferencias de esa variable, éstas se reducen ante la ocurrencia de un alza inesperada en el nivel de tecnología. No obstante, al usar los niveles de dicha variable, el resultado es un incremento en la utilización de este insumo de producción luego de la innovación tecnológica. Este último hallazgo es compatible con los modelos de ciclos económicos reales.

Los resultados de la descomposición de la varianza de error de predicción en los dos modelos revelaron que los avances tecnológicos parecen ser sumamente importantes para determinar la trayectoria de los salarios reales. Este hallazgo no es sorprendente, ya que existe una gran concentración de empresas estadounidenses de alta tecnología en dicho sector en Puerto Rico, cuyas innovaciones es de esperarse afecten el rendimiento del trabajo en ese sector.

Por otro lado, las desviaciones de las horas trabajadas, que se pudiera tomar como un indicador de la actividad económica, de su tendencia de crecimiento de largo plazo, dependen muy poco de las innovaciones en tecnología en ambos modelos. Este resultado a primera vista parece no apoyar la teoría de CER. Sin embargo, para poder cualificar este resultado es necesario contar con un modelo que incluya medidas de producción de la manufactura y otros sectores económicos, o un modelo agregado de toda la economía. Como se discutió en la sección II de este trabajo, aunque el sector manufacturero aporta una proporción alta de la producción agregada de Puerto Rico, no hace lo propio con el empleo por la gran cantidad de empresas de alta tecnología que componen el mismo. Además, un factor importante para la actividad económica de la isla es el precio real del petróleo, de acuerdo a los trabajos sobre ciclos económicos en Puerto Rico discutidos. Por tanto, los choques no tecnológicos identificados en el modelo VAR deben recoger las innovaciones en dicha variable y no solamente innovaciones del lado de la demanda agregada.

Finalmente, debido a que las herramientas estadísticas disponibles para detectar la presencia de raíces unitarias en las series no son muy poderosas, los resultados de esta investigación no son concluyentes. El desarrollo de técnicas econométricas más precisas y la inclusión de otras variables en el modelo examinado pudieran arrojar más luz sobre este tema, por lo que constituye parte de la agenda de investigación futura en esta área.

■ Bibliografía

- Alameda-Lozada, José I. (1996). “An Analysis of the Transmission of Real and Monetary Shocks on the Economy of Puerto Rico from the United States”. Disertación doctoral Universidad de Gales, El Reino Unido.
- Blanchard, O. (1989), “A Traditional Interpretation of Macroeconomic Fluctuations” *The American Economic Review*, 79(5), 1146-64.
- D. Quah (1989). “The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances”, *The American Economic Review*, 79(4), 655-73.
- Capstrán-Carmona, C. (2002). “Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations in Mexico?”. Manuscrito.
- Christiano, Lawrence J. y Martin Eichenbaum (1992). “Current Real-Business-Cycle Theories and Aggregate Labor-Market Fluctuations”. *The American Economic Review*, 82(3):430-450.
- Martin Eichenbaum (2003). “What Happens After a Technology Shock?”. Manuscrito. Universidad de Northwestern.
- DeJong, D.N., J.C. Nankervis, N.E. Savin y C.H. Whiteman (1992). “Integration Versus Trend Stationary Stationary in Time Series”. *Econometrica*, 60(2):423-433.
- Diebold, F. X. y G. D. Rudebush (1989). “Long Memory and Persistence in Aggregate Output”. *Journal of Monetary Economics*, 24(3):189-209.
- Fischer, S. (1977). “Long-Term Contracts, Rational Expectations and Optimal Money Supply Rule”. *Journal of Political Economy*, 85(1):191-205.
- Francis, B. y V. Ramsey (2002). “Is the Technology-Driven Real Business Cycle Hypothesis Dead? Shocks and Aggregate Fluctuations Resisted”. National Bureau of Economic Research, Working Paper 8726.
- Galf, J. (1999). “Technology, Employment, and Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations? *The American Economic Review*, 89(1):249-271.

- (2003). “On the Role of Technology Shocks as a Source of Business Cycles: Some New Evidence”, Manuscrito, Universidad Pompeu Fabra.
- Gamber, Edward y Frederick L. Joutz (1993). “The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances: Comment. *The American Economic Review*, 83(1):1387-1393.
- Hall, R.E. (1988). “The Relation Between Price and Marginal Cost in U.S. Industry”. *Journal of Political Economy*, 96(5):921-947.
- (1990). “Invariance Properties of Solow Productivity Residual”. En Diamond Peter (ed) *Growth/Productivity/Unemployment: Essays in Honour of Bob Solow 70th Birthday*:71-112. Cambridge MIT.
- Jorgenson, D.W. y Z. Griliches (1967). “The Explanation of Productivity Change”. *Review of Economics Studies*. 34(3):249-283.
- Kydland, Finn E., y Edward C. Prescott (1982). “Time to Build and Aggregate Fluctuations”, *Econometrica*, 50(4):1545-1370.
- Long, John B. y Charles Plosser (1987). “Sectoral vs Aggregate Shocks in the Business Cycle. *American Economic Association Papers and Proceedings* 77 (2):333-336.
- McCallum, B.T. (1986). “On Real” and “Sticky-Price” Theories of the Business Cycle”. *Journal of Money Credit and Banking*, 18(4):397-414.
- Pesavento, E. y B. Rossi (2003). “Do Technology Shocks Drive Hours Up or Down? A Little Evidence from Agnostic Procedure”. Manuscrito, Departamento de Economía Emory University.
- Prescott, Edward C. (1986). “Theory Ahead of Business Cycle Measurement”, *Federal Reserve Bank of Minneapolis Review*, 10(2):9-22.
- (1986a). “Response To a Skeptic”, *Federal Reserve Bank of Minneapolis Review*, 10(2):28-33.
- Solow, R. M. (1957). “Technical Change and Aggregate Production Function”, *Review of Economics and Statistics*, 39(3):312-20.
- Summers, L.H. (1986). “Some Skeptical Observations on Real Business Cycles”, *Federal Reserve Bank of Minneapolis Review*, 10(2): 23-27.
- Taylor, J. B. (1979). “Staggered Wage Setting in Macro Model”, *American Economic Review*, 69(2):108-113.
- Toledo, Wilfredo (1990). “Capital Allocative Disturbances and Economics Fluctuations”, Disertación doctoral, Florida State University.
- (1996). “Precio del Petróleo, Oferta Monetaria Interna y las Fluctuaciones Económicas”. Unidad de Investigaciones Económicas, Departamento de Economía de la Universidad de Puerto Rico, recinto de Río Piedras Serie de Ensayos y Monografías No. 68.
- y Milton Marquis (1993). “Capital Allocative Disturbances and

- Economics Fluctuations”. *Review of Economics and Statistics* , 75(2):233-40.
- Rudebusch, G. D. (1992). “Trend and Random Walks in Macroeconomic Time Series: A Re-examination”. *International Economic Review*, 33(3):661-680.
- Stockman, Alan C. (1988). “Sectoral and National Aggregate Disturbances to Industrial Output in Seven European Countries”, *Journal of Monetary Economics*, 21(2): 387-409.
- Uhlig, Harold (2003). “Do Technology Shocks lead to a fall in total hours worked?” Manuscrito, Humboldt University Berlin.

■ *Apéndice*

Cuadro A.1
Raíces del polinomio característico inverso del sistema

Variables endógenas : : $[\Delta(W/P) L_t]$
 Variables exógenas: Intercepto y tendencia
 Rezagos: 4

Raíz	Módulo
0.96	0.96
$0.21 - 0.53i$	0.57
$0.21 + 0.53i$	0.57
$-0.31 - 0.38i$	0.49
$-0.31 + 0.38i$	0.49
-0.44	0.44
$-0.18 - 0.11i$	0.21
$-0.18 + 0.11i$	0.21
