

EL EFECTO BALASSA-SAMUELSON EN COLOMBIA¹

Rafael Puyana Martínez-Villalba

Resumen

El efecto Balassa-Samuelson (B-S) establece que aumentos en la productividad de los sectores transables deberían llevar a un incremento del nivel de precios de los no transables y, por tanto, a una apreciación real de la tasa de cambio. En este trabajo se evalúa la ocurrencia del efecto B-S en Colombia utilizando información de la industria manufacturera. Los resultados muestran indicios de que se cumple el efecto B-S ya que la productividad relativa de sectores transables y no transables nacionales está relacionada de manera directa con los precios relativos de bienes no transables. Adicionalmente, agregando información de la industria de Estados Unidos, muestran que la productividad de los sectores transables nacionales relativa a los estadounidenses podría estar detrás de los movimientos de la tasa de cambio real bilateral.

Clasificación JEL: D24, E31, F31.

Palabras clave: Balassa-Samuelson, Tasa de Cambio Real, Productividad Total de los Factores, Transables, No Transables.

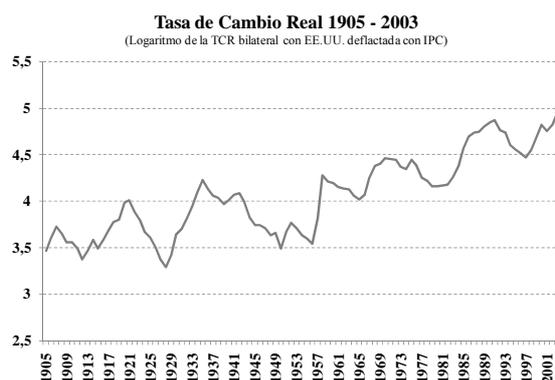
¹ Trabajo presentado como tesis de maestría del Programa para Economistas Graduados (PEG) de la Universidad de los Andes. La asesoría y el entusiasmo de Juan José Echavarría fue fundamental en el desarrollo de este documento. Gracias a Marcela Eslava por permitirme el uso de la Encuesta Anual Manufacturera, y por sus aportes al principio de este trabajo. Le doy gracias también a Hernán Rincón, Miguel Urrutia, José Vicente Romero, Juan Manuel Puyana y Jair Ojeda por sus comentarios y colaboración. Los errores a lo largo del trabajo son responsabilidad del autor. Correo de contacto: rpuyanma@banrep.gov.co.

1. Introducción

A lo largo del tiempo la teoría económica ha debatido los determinantes de la tasa de cambio real (TCR). Uno de los ampliamente aceptados es el de la productividad de un país, cuya incidencia sobre la TCR se denomina el efecto Balassa-Samuelson (B-S). Dicho efecto establece que aumentos en la productividad de sectores transables deberían llevar a un incremento del nivel de precios de los bienes no transables y, por tanto, a una apreciación real de la tasa de cambio. Esta explicación está basada en un mecanismo que argumenta que un incremento en la productividad del sector transable relativo al no transable elevará los salarios en ambos sectores, para finalmente generar una expansión de los precios de los bienes no transables, relativos a los precios transables.

En Colombia, la TCR ha presentado en el largo plazo una tendencia a la depreciación real (Gráfico 1), fenómeno que no es exclusivo para el caso colombiano sino que resulta ser un hecho común a distintas economías en desarrollo, como lo muestra Ojeda (2009) para México y Brasil. Con el fin de explicar dicha tendencia en Colombia, diversos trabajos han intentado encontrar una relación entre la productividad y la TCR, entre algunos otros determinantes. Sin embargo, como se mostrará más adelante, dicha relación no ha podido ser demostrada de manera clara para Colombia, y hacerlo resulta importante por cuanto constituiría la verificación empírica de que uno de los fundamentales detrás de los movimientos de la TCR es la productividad.

Gráfico 1. Tasa de Cambio Real en Colombia



Fuente: Villar, L., Esguerra, P. (2005).

En este trabajo se evaluará la ocurrencia del efecto B-S en Colombia a través de una metodología sencilla. La estrategia para hacerlo es presentar un modelo económico del efecto y realizar una medición cuidadosa de la productividad relativa y de los precios relativos, con el fin

de obtener evidencia sobre la dinámica de las variables que reflejan de manera más cercana la teoría de B-S. En primer lugar, utilizando información de la industria colombiana, se realizará una medición de la productividad relativa de sectores transables y no transables para indagar sobre su relación con los precios relativos. En segundo lugar, agregando información de la industria estadounidense, se medirá la productividad de los sectores transables en relación con sus contrapartes en los Estados Unidos, suponiendo a este país como *proxy* del resto del mundo, para encontrar una relación entre la productividad y la tasa de cambio real.

Los resultados parecen evidenciar la ocurrencia del efecto B-S en Colombia pues muestran que la productividad relativa de los sectores transables está relacionada con sus precios relativos. Además, al incluir la productividad de EE.UU. como *proxy* del resto del mundo, se logra mostrar que sí existe en Colombia una relación entre la productividad relativa con EE.UU. y la TCR. Por último, la evidencia del efecto B-S se encuentra con mayor certeza después de 1992, hecho que podría ser resultado de la apertura económica y de la flexibilización del régimen cambiario.

En este documento se avanza en dos direcciones. La primera, a través de la incorporación de la productividad total de los factores (PTF) como medida de productividad, distinguiendo entre sectores transables y no transables. La segunda, con la realización de una medición del efecto incorporando la productividad de Estados Unidos como *proxy* de la economía mundial. Estos avances no se han hecho en conjunto para Colombia. Contrario a los pocos trabajos colombianos que han intentado evaluar la ocurrencia del efecto y que son poco concluyentes, en este documento se logra dar evidencia de la relación entre la productividad y la TCR.

El tema de este trabajo es relevante para la política económica ya que la evidencia de una relación entre la productividad y el tipo de cambio real daría luces sobre el comportamiento de largo plazo de la TCR, y sería una base para la comprensión de la TCR de equilibrio. Esto es importante debido a que el Banco de la República ha intervenido en el mercado cambiario cuando ha considerado que la tasa de cambio se alejaba de niveles coherentes con la estabilidad de largo plazo, por lo que este estudio puede ser un soporte para las decisiones de política monetaria en las que, para evaluar el tipo de cambio de equilibrio, debe comprenderse el comportamiento de los fundamentales de la TCR. Finalmente, el cumplimiento del efecto B-S en Colombia sería también evidencia de que los factores de oferta son importantes en la determinación del nivel de TCR, por lo que la intervención cambiaria tendría poco efecto sobre el nivel de largo plazo de la tasa de cambio.

Este documento comprende seis secciones, en adición a la introducción. En la segunda se da una revisión de la literatura del efecto B-S. En la tercera se expone el marco teórico. En la cuarta se describen los datos. En la quinta se ilustra la metodología de definición de los sectores transables y no transables. En la sexta se exponen los resultados de la medición del efecto, tanto a nivel local como en relación a Estados Unidos. Finalmente, en la séptima se concluye.

2. Revisión de Literatura

La literatura en torno al efecto B-S parte desde una discusión referente a la paridad de poder adquisitivo (PPA). En teoría, el índice de precios de un país debería igualarse al índice de precios de otro país, denominado en la moneda local. Una de las razones por las cuales esto podría ocurrir sería bajo el supuesto de que todos los bienes de la economía son transables, y por lo tanto el precio de estos está determinado internacionalmente, en cuyo caso la TCR debería ser igual a una constante. Sin embargo, en la práctica los datos muestran algo diferente, pues la TCR fluctúa en el tiempo. Esto podría deberse a que no todos los bienes de la economía son transables y que, por lo tanto, existen bienes cuyos precios se mueven de manera independiente a los choques internacionales. Dado lo anterior, la literatura ha explicado los movimientos de corto plazo de la TCR por medio de factores de demanda y de oferta – como lo son los diferenciales de las tasas de interés, los flujos de capitales y los precios de los *commodities* (Alonso et al. [2008]) – y ha encontrado que en el largo plazo la TCR se explica por factores que logran afectar la relación entre precios transables y no transables en la economía.

Uno de esos factores es la productividad. En general, aumentos en la productividad de un país, concentrados en el sector transable, generan incrementos en los salarios y en el nivel de precios de los bienes no transables, y llevan a una TCR más apreciada. Dicha explicación surgió del trabajo de Roy Harrod (1933), Bala Balassa (1964) y Paul Samuelson (1964), quienes llegaron al mismo argumento de manera independiente. La literatura se refiere a este como el efecto Balassa-Samuelson².

A partir de estas observaciones, la literatura del efecto B-S se ha desarrollado de manera significativa, teórica y empíricamente. En el frente teórico, los avances se dieron en primera instancia con los trabajos de Harrod, Balassa y Samuelson. No obstante, sus aportes fueron tan

² Algunos autores han intentado darle crédito a Harrod al llamarlo el efecto Harrod-Balassa-Samuelson (Sarno y Taylor [2006], Tica y Druzic [2006]).

sólo descriptivos, y fue en la década de los noventa cuando se modeló por primera vez el efecto de manera rigurosa³. Rogoff (1992) formuló el modelo del efecto B-S en un marco de equilibrio general con perfecta movilidad internacional de capital, logrando mostrar que en una economía con dos sectores – transable y no transable – los cambios en los precios relativos de los bienes no transables se explican por la productividad relativa de los sectores transables. Adicionalmente, Rogoff modeló el lado de la demanda, abriendo la posibilidad de estudiar efectos de otras variables como ingreso y consumo sobre los precios relativos. De Gregorio et al. (1994) construyeron sobre el trabajo de Rogoff (1992) y también mostraron que, sin suponer competencia perfecta ni movilidad perfecta de capitales, se mantiene el resultado del efecto B-S.

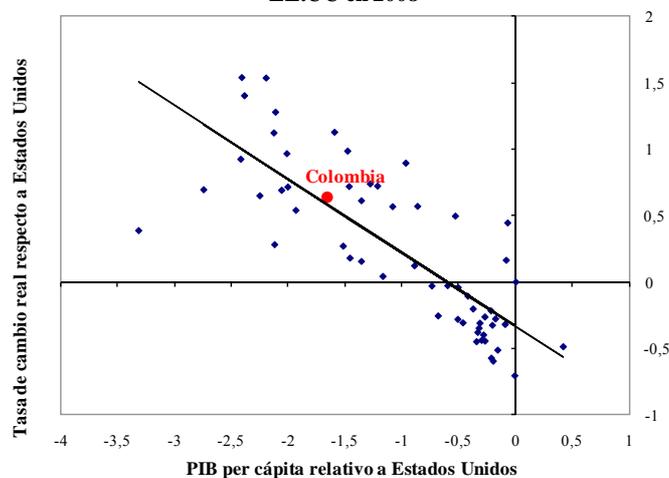
Por su parte, Asea y Mendoza (1994) incorporaron un modelo de crecimiento neoclásico en un marco de equilibrio general. Además de probar que los precios relativos están determinados por la productividad, el aporte más importante de los autores fue probar que la productividad agregada no explica los cambios en los precios relativos de un país, y que es sólo la productividad relativa entre sectores la relevante. En su conjunto, los trabajos de Rogoff (1992), De Gregorio (1994) y Asea y Mendoza (1994) han sido los más influyentes en el desarrollo teórico del efecto B-S.

En el frente empírico, los trabajos comenzaron con los aportes de Balassa (1964) y Samuelson (1964), evidenciando relaciones sencillas entre niveles de ingreso y precios para cortes transversales de países. El Gráfico 2 ilustra este tipo de estimaciones, ya que una regresión lineal entre el producto per cápita de cada país relativo a EE.UU. y su TCR da como resultado una pendiente negativa. Sin embargo, como lo mostraron Asea y Mendoza (1994), la medición de la productividad por medio del ingreso no es una buena aproximación al efecto B-S. Otros avances se dieron por cuenta de David (1972), quien incluyó por primera vez a “otro país” como numerario de las distintas variables, el cual juega el papel de la economía internacional. Por su parte, Officer (1976) distinguió por primera vez entre transables y no transables empíricamente.

3 Según el trabajo de Tica y Druzic, quienes realizan una revisión extensa de literatura teórica y empírica del efecto B-S entre 1964 y 2006.

Gráfico 2

Tasa de Cambio Real y PIB per cápita con respecto a EE.UU en 2008



Fuente: Penn Tables, cálculos del Banco de la República.

De los trabajos revisados, Hsieh (1982) fue el primer documento que investigó el efecto B-S mediante series de tiempo. Según Tica y Druzic (2006), aunque su trabajo tenía en cuenta un país numerario, no usaba sectores transables y no transables, distinción que se hizo por primera vez para series de tiempo en Marston (1990). Por su parte, las metodologías econométricas se han tornado cada vez más sofisticadas en cuanto existe mayor disponibilidad de datos para las series de tiempo, y el método de Engle y Granger que se usaba al principio fue reemplazado más adelante con técnicas de cointegración de Johansen y Juselius. Sin embargo, en los últimos años ambas metodologías se encuentran vigentes en la literatura (Ver Egert et al. (2002) para el uso del método Engle-Granger, y Chinn y Johnston (1997) para la técnica de Johansen y Juselius).

En los últimos años el efecto B-S ha sido objeto de diversos estudios en Europa, y especialmente Europa Occidental, debido a que en esos países se esperaban procesos inflacionarios y de apreciación de la TCR por su entrada a la Unión Europea. Es así que Burgess et al. (2004) realizan un diagnóstico de las variables cambiarias de los países Bálticos y deducen que parte de la apreciación real observada en años recientes se debe a incrementos en la productividad. Por su parte, Mihaljek et al. (2004) explican diferencias en los procesos inflacionarios de Croacia, República Checa, Hungría, Polonia, Eslovaquia y Eslovenia en términos de sus diferenciales de productividad. Por otro lado, Égert et al. (2002) utilizan técnicas de cointegración para mostrar que la dinámica de productividad del sector transable lleva a cambios en los precios de no transables.

A pesar de los avances en técnicas econométricas, las estrategias para evaluar el efecto B-S se han mantenido similares. Usualmente, la primera aproximación es realizar una medición que capture la relación positiva entre los precios relativos de los transables y su productividad relativa al interior de un país. Por lo tanto, las estimaciones pueden ser generalizadas de la siguiente forma:

$$(p_t^N - p_t^T) = f(a_t^T - a_t^N)$$

Donde p son precios, a son productividades, y T y N corresponden a los sectores transable y no transable respectivamente. En segundo lugar, debe tenerse en cuenta que la TCR se define como la relación entre los precios relativos locales y del exterior, puestos en moneda local (ver sección 3, ecuación 4). Según el efecto B-S, dichos precios relativos están determinados por la productividad, por lo que, para capturar completamente el efecto, puede realizarse una medición donde la tasa de cambio real esté explicada por la productividad relativa de los transables con relación a un país numerario. Lo anterior se puede generalizar de la siguiente forma:

$$q_t = f((a_t^T * - a_t^{N*}) - (a_t^T - a_t^N))$$

Donde q_t es la TCR y las variables con * corresponden al resto del mundo.

Adicionalmente a la especificación de los modelos, ha existido un problema a lo largo del tiempo con respecto a la elección de los datos que se usan como medidas de productividad, como lo menciona Tica y Druzic (2006). En general se ha concluido que el uso de la PTF es preferible en los acercamientos al efecto B-S. Sin embargo, la mayoría de los autores usan *proxies* para la productividad como el ingreso per cápita o el producto medio del trabajo. En algunos casos se justifica el uso de otras medidas de productividad argumentando que la PTF no es una estimación confiable, ya que existe incertidumbre en la estimación de series del *stock* de capital y en el uso de funciones de producción del tipo Cobb-Douglas. Sin embargo, la PTF es la medición de productividad más acertada debido a que corresponde exactamente con el residuo de Solow del modelo de B-S, y a que la PTF puede asociarse con un concepto de productividad sostenible. En la literatura, la principal razón para que no exista un uso generalizado del residuo de Solow es la falta de datos a nivel desagregado para la PTF en países menos desarrollados.

Por otro lado, la distinción de los sectores transable y no transable también ha sido fuente de controversia. Partiendo de Officer (1976), la mayoría de los trabajos distingue a la industria como sector transable y a los servicios y al gobierno como no transables, pero la clasificación específica no ha sido homogénea a lo largo del tiempo. Tica y Druzic (2006) argumentan que, debido a la importancia que tiene la definición de estos sectores en la metodología de medición del efecto B-S, debería realizarse una aproximación empírica a la clasificación de transables y no transables. Sin embargo, dentro de los trabajos que se han revisado, sólo De Gregorio et al. (1994) realizan pruebas empíricas para varios países para determinar la llamada transabilidad de los sectores. Utilizando la apertura externa de cada sector por medio de las exportaciones como porcentaje de la producción, encuentran que agricultura, minería y parte de la industria son transables, mientras que los servicios y algunas manufacturas son no transables. No obstante, la literatura no ha realizado de una manera clara la clasificación de sectores transables y no transables en cada país, principalmente por un problema de disponibilidad y calidad de la información.

De esta manera, siguiendo la teoría del efecto B-S, la aproximación más acertada para evaluar la productividad relativa como determinante de la TCR consta del uso de la productividad como PTF a nivel local y en un país numerario, y distinguiendo de manera rigurosa entre sectores transables y no transables.

En la literatura internacional, tanto los trabajos de corte transversal como de series de tiempo confirman la existencia del efecto B-S a nivel local. Sin embargo, hay menor claridad sobre el efecto de la productividad sobre la TCR (Tica y Druzic 2006). Para el caso de Colombia se han realizado escasas pruebas empíricas del efecto de la productividad sobre la tasa de cambio, pero en general los resultados son negativos. No obstante, este resultado puede estar explicado por el uso de *proxies* de la productividad distintas a la PTF, por la ausencia de un país numerario, o por la falta de distinción entre transables y no transables.

En el caso colombiano el estudio más aproximado es el de Cárdenas (1997), quien estima la PTF de transables (industria, minería y agricultura) y de no transables (servicios), pero obtiene el efecto contrario al esperado sobre la tasa de cambio real. Una posible explicación a este resultado es que el autor no incluye un país numerario en las medidas de productividad⁴. De

4 El autor atribuye este resultado empírico a un mecanismo mediante el cual, ante incrementos en la productividad de transables, existe una expulsión de trabajadores del sector transable al no transable,

igual manera, Villar y Esguerra (2005) no encuentran una relación entre productividad y TCR en el largo plazo, incluso incluyendo a EE.UU. como país numerario. Sin embargo, su medición utiliza como *proxy* de productividad al producto medio, a cambio de la PTF. En otro trabajo, Alonso et al. (2008) consideran la productividad como uno de los determinantes de la TCR, y también incluyen a EE.UU. como país numerario. Aunque obtienen en algunos períodos obtienen una relación directa entre la productividad de la industria colombiana y la apreciación real, no dan evidencia sobre los precios relativos, no realizan una distinción entre transables y no transables, y utilizan el producto por hora trabajada como *proxy* de la productividad. Por su parte, Echavarría et al. (2005) encuentra una relación positiva entre la productividad y la TCR, pero su trabajo utiliza como *proxy* el crecimiento del PIB de Colombia frente al de EE.UU. Finalmente, Echavarría et al. (2007) y Echavarría et al. (2008) explican desalineamientos de la TCR de equilibrio en Colombia utilizando una tendencia lineal como aproximación al efecto B-S., sin siquiera incluir en su modelo una variable de productividad.

En adición, Colombia ha sido incluida en al menos cuatro trabajos de cortes transversales de países. Aunque en ellos se encuentran indicios de una relación entre el producto total o el producto per cápita y el nivel de precios, ninguno de ellos realiza una distinción entre transables y no transables, y ninguno utiliza la PTF como medida de productividad. En resumen, y hasta donde en este estudio se revisó, no existe en Colombia algún trabajo que haya logrado mostrar de manera clara la relación entre productividad, precios relativos y tasa de cambio real.

Dado lo anterior, en este estudio se intentará construir sobre la base de esta literatura en varios frentes, proponiendo una medición sencilla del efecto de la productividad sobre los precios relativos y la TCR en Colombia. El primer aporte es la utilización de la PTF como medida de productividad, el segundo es la clasificación de sectores en transables y no transables, y el tercero es la incorporación de un país numerario en la medición. En particular, se utiliza a EE.UU. como aproximación del resto del mundo.

La medición de PTF que se incorpora es la estimada por Eslava et al. (2004), la cual utiliza metodologías que han sido desarrolladas dentro de una literatura novedosa, en la que los datos a nivel desagregado se utilizan para realizar estimaciones de productividad con el fin de evaluar el impacto de reformas estructurales. Estas metodologías utilizan funciones de producción con insumos intermedios, con lo que se limpia el posible sesgo de otros factores de

efecto que debe ser compensado por una mayor demanda de bienes no transables que se logra a través de una depreciación real.

producción y, por lo tanto, resulta en una medición más acertada de la PTF, superando así la mayor crítica al uso de esta medida de productividad.

En la distinción de sectores transables y no transables, la aproximación ideal sería realizar la medición para todos los subsectores de la economía. Sin embargo, no se dispone de información de la PTF para sectores distintos a la industria. Esta estrategia tiene la limitación de que sólo recoge información para una rama de actividad económica y deja por fuera sectores potencialmente importantes, como lo son la agricultura, la minería y los servicios. Sin embargo, el trabajo que se lleva a cabo es un aporte significativo ya que se realiza una distinción rigurosa entre subsectores de la industria, tanto para Colombia como para EE.UU. Adicionalmente, el uso exclusivo de este sector puede estar recogiendo información importante sobre los bienes transables y no transables ya que, contrario a lo que se asume generalmente y como lo muestra De Gregorio et al. (1994), no toda la industria manufacturera resulta ser transable, y ciertamente existen algunos subsectores que son no transables. En principio, un avance en esta dirección para trabajos posteriores sería la inclusión de subsectores de otras ramas de actividad como agricultura, servicios y minería.

3. Marco Teórico

El efecto B-S intenta mostrar la relación entre la productividad y la tasa de cambio real. Para ello, establece que existe un mecanismo en el que la productividad relativa de los sectores transables determina los precios relativos de los mismos. Ellos, a su vez, son el causal de los movimientos en la TCR. Para entenderlo, en primer lugar, la TCR se define como:

$$q = \frac{P^* \cdot S}{P} \quad (1)$$

Donde q es la TCR, S es la tasa de cambio nominal como se definió anteriormente, P^* es el índice de precios externo y P es el índice de precios local. Se puede definir además cada índice de precios como una canasta compuesta de bienes transables y no transables, en la que cada índice se forma de acuerdo a una función Cobb-Douglas, y se obtiene:

$$P = P_{NT}^{\alpha} P_T^{1-\alpha} \quad (2)$$

$$P^* = P_{NT}^{*\beta} P_T^{*1-\beta} \quad (3)$$

Donde P_T^* y P_{NT}^* son los precios de los bienes transables y no transables en el exterior, P_T y P_{NT} son los precios de transables y no transables locales, y α y β son la participación de los bienes no transables en el índice general de precios locales y externos respectivamente. Por lo tanto, la TCR resulta ser:

$$q = \frac{P_{NT}^*{}^\beta P_T^{*1-\beta} \cdot S}{P_{NT}^\alpha P_T^{1-\alpha}} \quad (4)$$

Lo anterior indica que la TCR es, en el fondo, una relación de precios de los bienes transables y no transables. Por lo tanto, para entender los determinantes de dichos precios, se presenta a continuación un modelo que predice el comportamiento de los precios de los transables y de los no transables como resultado de la productividad de los sectores, basado en el formulado por Rogoff (1992) y por Sarno y Taylor (2006).

Primero, se parte del hecho que el efecto B-S es una extensión a la hipótesis de paridad de compra, con la que se intenta mostrar la existencia de desviaciones de la PPA en el largo plazo. Para ello, se supone una economía abierta y pequeña en la que existen dos sectores, uno no transable (NT) y otro transable (T). Se supone que en este último se cumple la PPA, es decir, que el precio de la canasta de bienes transables será el mismo que en el país extranjero, llevada a la moneda local. Esto implica que el precio de los bienes transables estará determinado por:

$$P^T = P^{T*} \cdot S \quad (5)$$

Donde P^T es el precio en moneda local de los bienes transables, P^{T*} es el precio en moneda internacional de los mismos bienes en el resto del mundo y S es la tasa de cambio de moneda local por moneda internacional. Nótese que el cumplimiento de (5) requiere que se suponga que la canasta de bienes transables es sustituta a los bienes transables del resto del mundo, y que no existen costos internacionales de transacción, ni restricciones comerciales.

Un incremento en la productividad del sector transable conllevará alzas salariales en dicho sector, sin que necesariamente existan incrementos en los precios de los bienes, debido a que la innovación técnica implica un abaratamiento de los demás costos no salariales. El supuesto de perfecta movilidad laboral lleva a que los trabajadores del sector transable

demanden un mayor salario. Sin embargo, al no haber un incremento en la productividad de los no transables, allí no se experimentará una reducción de costos no salariales. Lo anterior lleva a incrementos en el costo total y en los precios de sus bienes, y por lo tanto a un incremento de los precios relativos de los no transables frente a los transables.

Formalmente, en cada sector las funciones de producción están dadas por:

$$Y^i = A^i (L^i)^{\theta^i} (K^i)^{1-\theta^i} \quad \text{para } i = T, NT \quad (6)$$

Donde Y^i , A^i , L^i y K^i son respectivamente el producto, la productividad multifactorial, el trabajo y el capital para cada uno de los sectores de la economía. Asumiendo perfecta movilidad de factores locales, perfecta movilidad internacional de capital y competencia perfecta en los mercados de los sectores transable y no transable, los productores maximizan la siguiente función:

$$\max P^i \cdot A^i (L^i)^{\theta^i} (K^i)^{1-\theta^i} - P^T RK - P^T WL \quad \text{para } i = T, NT \quad (7)$$

En la cual R y W son el costo mundial del capital y el salario, medidos en bienes transables. De esta manera las ecuaciones que optimizan la producción en cada producto están dadas por:

$$R = (1 - \theta^T) A^T \left(\frac{K^T}{L^T} \right)^{-\theta^T} \quad (8)$$

$$R = \hat{P} (1 - \theta^{NT}) A^{NT} \left(\frac{K^{NT}}{L^{NT}} \right)^{-\theta^{NT}} \quad (9)$$

$$W = \theta^T A^T \left(\frac{K^T}{L^T} \right)^{1-\theta^T} \quad (10)$$

$$W = \hat{P} \theta^{NT} A^{NT} \left(\frac{K^{NT}}{L^{NT}} \right)^{1-\theta^{NT}} \quad (11)$$

$$\text{Con } \hat{P} = \frac{P^{NT}}{P^T}$$

Si se aplican logaritmos y se derivan las ecuaciones (8) – (11) con respecto al tiempo se obtiene:

$$\dot{A}^T - \theta^T (\dot{K}^T - \dot{L}^T) = 0 \quad (8.a)$$

$$\dot{P} + \dot{A}^{NT} - \theta^{NT} (\dot{K}^{NT} - \dot{L}^{NT}) = 0 \quad (9.a)$$

$$\dot{A}^T + (1 - \theta^T) (\dot{K}^T - \dot{L}^T) = \dot{W} \quad (10.a)$$

$$\dot{P} + \dot{A}^{NT} + (1 - \theta^{NT}) (\dot{K}^{NT} - \dot{L}^{NT}) = \dot{W} \quad (11.a)$$

Donde las variables marcadas con un punto corresponden a la derivada con respecto al tiempo. Finalmente, la solución al modelo (8.a) - (11.a) está dado por las ecuaciones (12) y (13):

$$(\dot{K}^{NT} - \dot{L}^{NT}) = (\dot{K}^T - \dot{L}^T) = \dot{W} = \frac{\dot{A}^T}{\theta^T} = \frac{\dot{A}^{NT} + \dot{P}}{\theta^{NT}} \quad (12)$$

$$\dot{P} = \left(\frac{\theta^{NT}}{\theta^T} \right) \dot{A}^T - \dot{A}^{NT} \quad (13)$$

De esta forma, el modelo predice que los cambios en la relación de capital y trabajo ($\dot{K} - \dot{L}$) son los mismos en ambos sectores, y son iguales al cambio en el salario (ecuación 12). Adicionalmente, la ecuación (13) establece que el cambio en los precios relativos está dado el crecimiento de la productividad del sector transable, relativo al no transable. Recuérdese que dichos precios relativos son un componente de la TCR. Ahora, cuando sectores sean igualmente intensivos en mano de obra ($\theta^{NT} = \theta^T$) entonces el cambio en los precios relativos estaría dado únicamente por el diferencial de productividad entre los sectores. En el caso en que la intensidad del trabajo sea mayor para no transables que para transables, incluso crecimientos idénticos en la productividad de los sectores llevarán a un crecimiento de los precios relativos.

Así, la ecuación (13) propone una la relación entre la productividad relativa de los sectores transables y los precios relativos de los bienes no transables, la cual se medirá en la sección 6. Puede pensarse en esta relación como el mecanismo de transmisión del efecto B-S.

Ahora bien, como definimos la TCR como la relación entre precios relativos locales y externos, y estos están dados por la productividad en cada país, puede mostrarse que la TCR resulta estar determinada por la productividad relativa de transables frente al resto del mundo.

Para hacerlo, puede partirse de la definición de la TCR (ecuación 4), por lo que la TCR resulta ser:

$$q = \frac{P_{NT}^*{}^\beta P_T^{*1-\beta} \cdot S}{P_{NT}^\alpha P_T^{1-\alpha}} = \frac{\left(\frac{P_{NT}^*}{P_T^*}\right)^\beta}{\left(\frac{P_{NT}}{P_T}\right)^\alpha} \left(\frac{P_T^* S}{P_T}\right) \quad (14)$$

Si se cumple la PPA en transables (ecuación 5), se obtiene:

$$q = \frac{\left(\frac{P_{NT}^*}{P_T^*}\right)^\beta}{\left(\frac{P_{NT}}{P_T}\right)^\alpha} = \frac{\hat{P}^{*\beta}}{\hat{P}^\alpha} \quad (15)$$

Donde \hat{P}^* es el precio relativo de los bienes no transables en el exterior, y \hat{P} es el precio relativo de los bienes no transables locales. De esta manera, la TCR puede aproximarse con la relación entre \hat{P}^* y \hat{P} . Por tanto, si estos precios relativos están determinados por la productividad de los transables, puede esperarse que un incremento de la productividad relativa local lleve a una apreciación real de la tasa de cambio (ecuación 16):

$$q = \frac{\hat{P}^{*\beta}}{\hat{P}^\alpha} \cong \frac{\hat{A}^*}{\hat{A}} \quad (16)$$

Donde $\hat{A} = \frac{A^T}{A^{NT}}$ es la productividad relativa local y $\hat{A}^* = \frac{A^{T*}}{A^{NT*}}$ es la productividad relativa en el resto del mundo. Esta ecuación resulta ser el efecto B-S completo y se estimará también en la sección 6. Puede verse que la ecuación (16) implica que la TCR está solamente relacionada con factores de oferta, haciendo que los factores de demanda no afecten a la TCR en el largo plazo, y este resultado es consecuencia del supuesto de PPA.

Las ecuaciones (13) y (16) son un acercamiento a la relación entre productividad y precios, y entre productividad y TCR, y serán la base para la medición del efecto B-S en Colombia.

4. Datos

Para medir la productividad y los precios relativos en Colombia se utiliza la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) en una versión desagregada por sectores. La EAM constituye un panel no balanceado de firmas colombianas con más de 10 empleados o ventas por encima de un cierto nivel⁵. La Encuesta incluye para cada subsector información sobre el valor del producto generado, precios de venta, costos y precios pagados por materiales usados en el proceso de producción, consumo de energía en unidades físicas y precio de esa energía, número de trabajadores tanto asociados como no asociados a la producción, salarios pagados, y valor en libros de equipamientos y estructuras (Eslava et al. 2004).

En esta versión de la EAM se dispone de información para 29 subsectores a tres dígitos según el Código industrial internacional uniforme (CIIU) entre 1982 y 2004. Las variables de frecuencia anual son el índice nominal de precios de la producción, la producción nominal del subsector en miles de pesos corrientes, la producción real de cada subsector, los salarios nominales promedios pagados en cada subsector en miles de pesos (para el total de los empleados, empleados calificados y empleados no calificados), el número de trabajadores por subsector (totales, calificados y no calificados) y la productividad medida como PTF.

La serie de productividad multifactorial utilizada en este trabajo es la estimada para Colombia en Eslava et al. (2004). En dicho trabajo, los autores obtuvieron la productividad como un residuo de una función de producción al nivel de la firma, la cual se modela utilizando micro-datos. Para ello, partieron de un modelo de demanda de factores en la que estimaron la productividad total de los factores para cada establecimiento como el residual de una función de producción con capital, mano de obra, energía y materiales (KLEM por su sigla en inglés) de la siguiente manera:

$$Y_{jt} = K_{jt}^{\alpha} L_{jt}^{\beta} E_{jt}^{\gamma} M_{jt}^{\phi} V_{jt} \quad (16)$$

⁵ La barrera cambia a lo largo del tiempo y comenzó siendo de \$25 millones de pesos corrientes entre 1982 y 1991, y \$65 millones después de 1992, cifra que se ajusta anualmente con el incremento del índice de precios del productor.

Donde Y_{jt} es el producto de la firma j en el período t , K_{jt} es su nivel de capital, L_{jt} es número de horas trabajadas por la mano de obra, E_{jt} es el consumo de energía, M_{jt} son los materiales y V_{jt} es un choque de productividad (es decir, la PTF). Para este trabajo se dispone de la PTF estimada por Eslava et al. para cada uno de los 29 subsectores por CIU a tres dígitos de la EAM.

Para la definición de sectores transables y no transables, es necesario utilizar datos de comercio exterior. Para ello se dispone de información de exportaciones e importaciones en dólares (FOB) del Banco de la República para subsectores CIU a 3 dígitos entre 1982 y 2004.

En cuanto al uso de un país numerario para medir al efecto completo de B-S, se utiliza a EE.UU. como aproximación del resto del mundo. Para ello, se utiliza información del *Bureau of Labor Statistics* (BLS) correspondiente a la productividad multifactorial para 18 subsectores de la industria, según la clasificación NAICS a tres dígitos, entre 1987 y 2006. Esta información fue estimada por la BLS utilizando también funciones KLEMS, por lo que la PTF derivada del ejercicio es compatible con la estimada por Eslava et al. (2004). Los datos anuales incluyen un índice de producción real y nominal, un índice de precios de la producción, índice de salarios pagados a la mano de obra y la productividad multifactorial. En el caso de EE.UU., para determinar los sectores transables, se utilizaron datos del *United States International Trade Commission* (USITC) de exportaciones e importaciones totales en millones de dólares, por subsectores NAICS a tres dígitos para el período 1996 a 2006.

5. Definición de Sectores Transables y No Transables

La medición del efecto B-S se basa en una distinción entre sectores transables y no transables, por lo que deben clasificarse estos al interior de la industria. Como se mencionó, esta estrategia tiene problemas en cuanto deja por fuera otras ramas de actividad. Sin embargo, la importancia de realizar una clasificación entre transables y no transables recae en que esta distinción sólo ha sido evidente en el trabajo de De Gregorio et al. (1994), autores que definen la transabilidad de distintos sectores con base en su apertura. Ahora, para el caso específico de la industria, el influyente trabajo de Pavcnik (2002) resulta ser una guía pues caracteriza sectores transables y no transables dentro de la industria chilena, utilizando también la apertura como definición de transabilidad. Este proceso se realizará a continuación para la industria colombiana y estadounidense.

El uso de la apertura como aproximación a la transabilidad resulta pertinente en el contexto del efecto BS pues es consistente con la teoría. El modelo de B-S establece como supuesto que los sectores transables son aquellos cuyos precios están determinados internacionalmente. De esta manera, podría considerarse que dentro de la industria los sectores transables serían aquellos que compitan directamente con bienes provenientes del exterior. Así, tanto los sectores con una alta apertura de importaciones, como aquellos con una alta apertura de exportaciones, tenderían probablemente a tener precios similares a los internacionales.

Con el fin de obtener estas mediciones, se utilizó la información de exportaciones e importaciones en dólares para subsectores CIU a 3 dígitos entre 1982 y 2004. Estos montos se compararon con la producción nominal de cada subsector de la EAM, traído a dólares con la tasa representativa del mercado promedio de cada año. De esta forma se obtuvieron las exportaciones, importaciones y la suma de las dos como porcentaje del producto, y se calculó su promedio para cada subsector entre 1982 y 2004 (Cuadro 1). El uso del promedio implica que se supone que la característica de transable o no transable es la misma para cada subsector a lo largo del tiempo⁶.

Como lo muestran los resultados del Cuadro 1, el grado de apertura varía de acuerdo a la definición que se use (ya sea importaciones, exportaciones o la suma de las dos). Adicionalmente, existe una baja correlación entre la apertura de los distintos subsectores, por lo que aquellos que están más abiertos a importaciones no necesariamente coinciden con los abiertos a exportar. Por lo tanto, con el fin de realizar una separación de sectores transables y no transables, es necesario escoger la definición de apertura que resulte más acorde a la evaluación del efecto B-S.

Con el fin de seguir un proceso riguroso, en este trabajo se escogió la definición de apertura de acuerdo a tres criterios. Primero, se desea que el grado de apertura esté relacionado con la competitividad de los sectores según la TCR. La razón detrás de esto es que, según la teoría, los sectores transables (y por lo tanto, los más expuestos al comercio internacional) deben reaccionar de manera más clara a choques de competitividad, los cuales se transmiten a través de la TCR.

⁶ Este supuesto debe realizarse para construir una serie homogénea de precios y de productividades a través del tiempo para cada tipo de sector, transable y no transable. Sin embargo, no es un supuesto alejado del modelo, ya que en la formulación teórica las firmas no cambian de un tipo a otro.

Cuadro 1. Exportaciones, importaciones y su suma como porcentaje de la producción, promedio 1982 – 2004. Ordenado por importaciones.

ciu3	Descripción	M/Producción	X/Producción	M+X/Producción
382	Construcción de maquinaria, exceptuando la eléctrica	331.5%	21.5%	353.0%
385	Construcción de equipo y material de transporte	244.6%	22.3%	266.9%
383	Fabricación de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros eléctricos	157.8%	14.5%	172.4%
372	Industrias básicas de metales no ferrosos	90.3%	50.3%	140.5%
384	Fabricación de material profesional y científico, instrumentos de medida y control n.e.p. Apar	84.3%	10.6%	94.9%
351	Fabricación de sustancias químicas industriales	79.9%	22.6%	102.5%
371	Industrias básicas de hierro y acero	55.5%	26.8%	82.3%
355	Fabricación de productos de caucho	42.3%	12.4%	54.7%
381	Fabricación de productos metálicos exceptuando maquinaria y equipo	39.5%	13.4%	52.9%
390	Otras industrias manufactureras	39.0%	83.1%	122.1%
354	Otros derivados del petróleo y carbón	31.0%	88.5%	119.5%
353	Refinerías de petróleo	24.3%	29.0%	53.4%
341	Fabricación de papel y productos de papel	23.9%	8.6%	32.4%
352	Fabricación de otros productos químicos	22.9%	10.0%	32.9%
321	Fabricación de textiles	20.6%	22.6%	43.1%
362	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	14.3%	13.2%	27.5%
314	Industria del tabaco	12.9%	11.0%	23.9%
331	Industria de la madera y productos de la madera y el corcho excepto muebles	11.9%	12.2%	24.1%
323	Industria del cuero y productos del cuero y sucedáneos del cuero y piel, excepto calzado	11.0%	59.2%	70.1%
356	Fabricación de productos plásticos	9.8%	8.5%	18.4%
342	Imprentas, editoriales e industrias conexas	9.1%	18.7%	27.9%
312	Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas	8.7%	9.2%	17.9%
324	Fabricación de calzado, y sus partes, excepto el de caucho o plástico	8.6%	18.7%	27.3%
332	Fabricación de muebles y accesorios, excepto los que son principalmente metálicos	7.2%	14.1%	21.3%
311	Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas	5.6%	43.8%	49.5%
361	Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana	4.3%	10.8%	15.1%
322	Fabricación de prendas de vestir excepto calzado	4.2%	38.7%	42.9%
369	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	4.2%	9.1%	13.3%
313	Industria de bebidas	2.3%	0.7%	2.9%

Fuente: DANE (EAM), Banco de la República, cálculos del autor.

Segundo, se busca que la interpretación económica de la definición de apertura escogida sea consistente con la teoría, y también con la experiencia colombiana acerca de sectores transables y no transables.

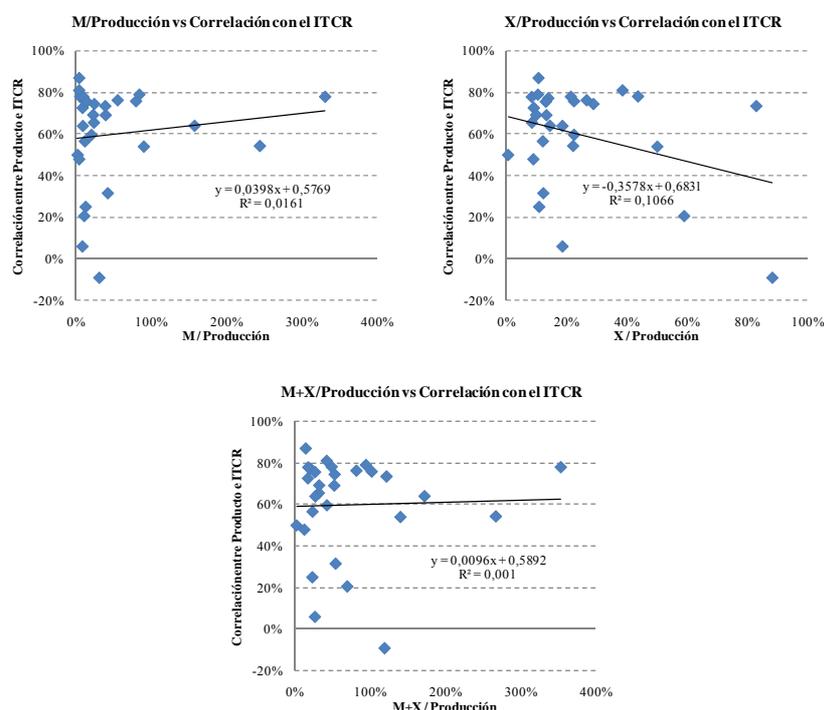
Tercero, se quiere que la definición de apertura sea robusta a la escogencia de distintos puntos de corte en el porcentaje de producción expuesta al comercio. Lo anterior permite separar de manera los subsectores en dos grupos, uno que comparta la característica de ser transable y otro que resulte ser no transable. De no ser robusta la definición a puntos de corte, no existiría claridad sobre la caracterización de los sectores.

Dadas las anteriores condiciones, y como se mostrará a continuación, la definición de transabilidad por medio de la apertura de importaciones parece ser la más conveniente para la medición del efecto B-S en Colombia.

En primer lugar, sería de esperar que los sectores transables en la industria respondan a choques internacionales que afecten su competitividad. De esta manera, podría encontrarse que la producción real de los subsectores más transables debería estar correlacionada con la tasa de cambio real. Es de esta forma que se desearía una definición de apertura que esté positivamente

relacionada con el coeficiente de correlación la producción de subsectores y la TCR. Al estimar regresiones lineales entre dicha correlación y las definiciones de apertura, se observa que solo las definiciones de $M/Producción$ y de $X+M/Producción$ arrojan una relación positiva (Gráfico 3). De hecho, la relación en el caso de las exportaciones es inversa. Lo anterior además indica que el resultado positivo en el caso de $X+M/Producción$ se obtiene gracias a la definición de apertura por cuenta de las importaciones. Por lo tanto, son los subsectores con gran cantidad de importaciones los que responden con mayor claridad a los choques de competitividad.

Gráfico 3. Relación entre las distintas definiciones de apertura y la correlación entre producción real e ITCR.



Fuente: Cálculos del autor.

En segundo lugar, la definición de apertura debe ser consistente con la intuición económica y con la experiencia colombiana. Como se mencionó, la definición de bienes transables en la teoría consiste en que sus precios estén principalmente determinados por la evolución de los precios internacionales. Debido a que en Colombia la industria ha tenido un balance comercial deficitario entre 1984 y 2004 (a excepción de los años 1984 y 1986) como se muestra en el Gráfico 4, puede considerarse que los precios de los bienes transables están más influenciados por los productos importados que por los exportados. De hecho, Echavarría et al. (2006) muestra que en el proceso de apertura de la economía colombiana a partir de la década de los 90, la mayor innovación de los sectores estaba relacionada con la competencia de las

importaciones, más que con su disposición a exportar. Ello sugiere que la presión de la competencia internacional se manifestó principalmente en los sectores que compiten con importaciones.

Gráfico 4. Balanza Comercial de la Industria Manufacturera



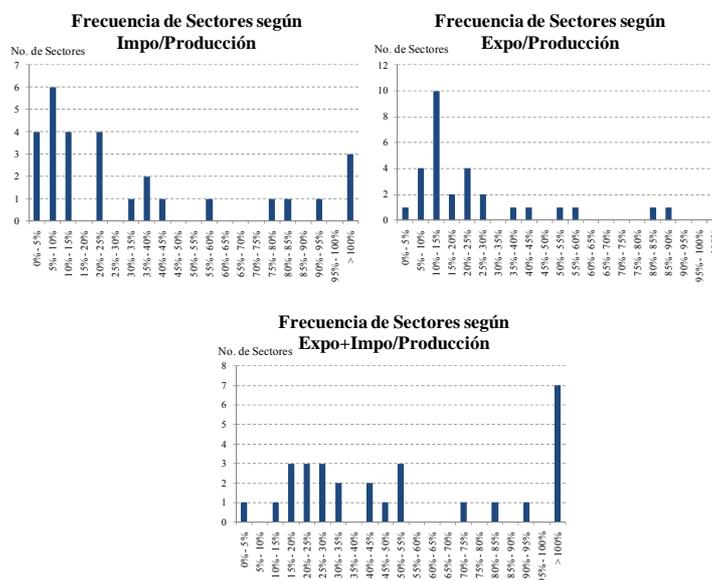
Fuente: Banco de la República, cálculos del autor.

En tercer lugar, es necesario que la definición de transabilidad sea robusta a los puntos de corte en el porcentaje de apertura. Ello permite separar los subsectores en dos grupos que pueden ser caracterización como transables y no transables. Para hacerlo, puede examinarse el histograma de la apertura de los subsectores según las tres definiciones (en intervalos de apertura del 5%) presentado en el Gráfico 5. Como se puede observar, sólo las importaciones permiten realizar una caracterización que no es sensible a pruebas con distintos porcentajes entre el 10%, 15% y 20%, los cuales corresponden a los puntos de corte con los que Pavcnik (2002) prueba la robustez para la industria chilena. Por el contrario, la definición de transables y no transables según exportaciones es muy sensible a cambios en el punto de corte. Por su parte, la definición según la suma de importaciones y exportaciones deja por fuera casi la totalidad de los subsectores con un punto de corte del 15%, con lo cual se pierde información valiosa sobre los subsectores no transables.

Dado todo lo anterior, la definición de sectores transables y no transables se realiza en este trabajo de acuerdo con las importaciones como porcentaje de la producción. Siguiendo a Pavcnik (2002), quien sugiere un punto de corte de 15% para definir la transabilidad, en este estudio un subsector es transable si sus importaciones son mayores al 15% de su producto en promedio para el periodo 1987 a 2004⁷.

⁷ El resultado del ejercicio de robustez con distintas definiciones de transables se presenta en el Anexo 1.

Gráfico 5. Distribución de los sectores según definición de apertura



Fuente: Cálculos del autor.

En el Cuadro 2 se presenta el resultado de la clasificación de cada subsector de acuerdo a nuestra definición. En este punto cabe recordar que la aproximación óptima al efecto B-S consiste en tomar información de las distintas ramas de actividad económica. Como se mencionó, sin embargo, la falta de información detallada para otras ramas obliga a realizar el análisis utilizando sólo la industria. En general, esta literatura define como transables a las ramas de agricultura, minería y la totalidad de la industria manufacturera, y define como no transables a las ramas de construcción, comercio y servicios⁸ (ver Cárdenas [1997] y Tica y Druzic [2006]). Para nuestra clasificación los subsectores de alimentos, bebidas y tabaco (códigos 311 al 314) serían considerados como no transables, hecho que podría resultar diferente a los resultados de trabajos como el de Cárdenas (1997), en el que la agricultura es transable. Sin embargo, los subsectores relacionados con la minería (códigos 353 y 354) resultan ser transables, al igual que en la literatura. Respecto a los subsectores manufactureros restantes, son transables los de textiles, papel, químicos y caucho, productos metálicos y

⁸ En el sector de servicios se incluyen electricidad, gas y agua, restaurantes y hoteles, transporte, almacenamiento y comunicaciones, establecimientos financieros, seguros, inmuebles y servicios a empresas.

maquinaria. Por su parte, son no transables los de cuero y calzado, madera y muebles, imprentas, plásticos, objetos de barro, vidrio y otros productos minerales no metálicos⁹.

Cuadro 2. Subsectores transables y no transables en Colombia de acuerdo a una apertura del 15%.

ciiu3	Descripción	M/Producción
311	Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas	NT
312		NT
313	Industria de bebidas	NT
314	Industria del tabaco	NT
321	Fabricación de textiles	T
322	Fabricación de prendas de vestir excepto calzado	NT
323	Industria del cuero y productos del cuero y sucedáneos del cuero y piel, excepto calzado	NT
324	Fabricación de calzado, y sus partes, excepto el de caucho o plástico	NT
331	Industria de la madera y productos de la madera y el corcho excepto muebles	NT
332	Fabricación de muebles y accesorios, excepto los que son principalmente metálicos	NT
341	Fabricación de papel y productos de papel	T
342	Imprentas, editoriales e industrias conexas	NT
351	Fabricación de sustancias químicas industriales	T
352	Fabricación de otros productos químicos	T
353	Refinerías de petróleo	T
354	Otros derivados del petróleo y carbón	T
355	Fabricación de productos de caucho	T
356	Fabricación de productos plásticos	NT
361	Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana	NT
362	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	NT
369	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	NT
371	Industrias básicas de hierro y acero	T
372	Industrias básicas de metales no ferrosos	T
381	Fabricación de productos metálicos exceptuando maquinaria y equipo	T
382	Construcción de maquinaria, exceptuando la eléctrica	T
383	Fabricación de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros eléctricos	T
384	Fabricación de material profesional y científico, instrumentos de medida y control n.e.p. Aparatos	T
385	Construcción de equipo y material de transporte	T
390	Otras industrias manufactureras	T

Fuente: DANE (EAM), Banco de la República, cálculos del autor.

Para el caso de EE.UU. se realizó también un análisis de los distintos subsectores según varias definiciones de apertura. Adicionalmente, se realizó una compatibilización entre los subsectores colombianos y estadounidenses (la cual se reporta en el Anexo 3) y se analizó el supuesto de que los subsectores que resultan transables (no transables) en Colombia son también transables (no transables) en EE.UU. En el caso de la industria estadounidense, las distintas clasificaciones de transables son robustas a cambios en la definición de apertura, y también lo son cuando se supone que la clasificación es la misma que la colombiana. Los resultados de los ejercicios de robustez se presentan en el Anexo 2.

Por lo tanto, con el fin de lograr consistencia en las definiciones, la clasificación que se adoptó para la industria estadounidense es aquella que surge de la definición de apertura por medio de importaciones. De esta manera, un subsector NAICS en ese país es transable si sus

⁹ Como se mencionó, se realizaron ejercicios para contrastar resultados de acuerdo a las definiciones de apertura y de transables, tanto los cuales se reportan en el Anexo 1.

importaciones superan el 15% de la producción en el promedio del período 1996 - 2006. Los resultados de esta clasificación para los subsectores estadounidenses se presentan en el Cuadro 3. Los datos indican que los subsectores estadounidenses tienen una clasificación similar a la de la industria colombiana, con la diferencia notable de que los productos mineros, específicamente petróleo y carbón, son no transables en EE.UU. Sin embargo, como se mencionó, el ejercicio es robusto a cambios en la clasificación para EE.UU., por lo que, de definirse los subsectores mineros como transables, se llegará al mismo resultado en la siguiente sección.

Cuadro 3. Subsectores transables y no transables en EE.UU. de acuerdo a una apertura del 15%.

NAICS	Descripción según el BLS	M/Producción
311, 312	Food and Beverage and Tobacco Products	NT
313,314	Textile Mills and Textile Product Mills	T
315, 316	Apparel and Leather and Applied Products	T
321	Wood Products	T
322	Paper Products	NT
323	Printing and Related Support Activities	NT
325	Chemical Products	T
324	Petroleum and Coal Products	NT
326	Plastics and Rubber Products	NT
327	Nonmetallic Mineral Products	NT
331	Primary Metals	T
332	Fabricated Metal Products	NT
333	Machinery	T
334	Computer and Electronic Products	T
335	Electrical Equipment, Appliances, and Components	T
336	Transportation Equipment	T
337	Furniture and Related Products	T
339	Miscellaneous Manufacturing	T

Fuente: BLS, USITC, cálculos del autor.

Las anteriores clasificaciones de sectores transables y no transables para Colombia y EE.UU. serán útiles para calcular índices de productividad y de precios de cada sector.

6. El Efecto Balassa-Samuelson en Colombia

Basándose en las relaciones entre precios, productividad y TCR encontradas en la sección 4, se va a realizar una medición de la PTF en los sectores transables y no transables, tanto en Colombia como en EE.UU., para contrarrestarlas con medidas de precios relativos y con la TCR.

El primer paso es estimar la relación entre productividad y precios, o lo que podría interpretarse como el mecanismo de transmisión del efecto B-S. Es por eso que la ecuación (13) proporciona una herramienta para evaluar el efecto de un incremento de la productividad relativa de los sectores transables sobre los precios relativos de los no transables, utilizando los

sectores colombianos definidos en el Cuadro 2¹⁰. De esta manera, pueden calcularse un indicador de PTF para transables y uno para no transables, ponderando la productividad de cada subsector de la industria por la participación de su producción real en cada momento del tiempo:

$$A_t^T = \frac{\sum_{i \in T} A_t^i \cdot Y_t^i}{\sum_{i \in T} Y_t^i} \quad (17)$$

$$A_t^{NT} = \frac{\sum_{j \in NT} A_t^j \cdot Y_t^j}{\sum_{j \in NT} Y_t^j} \quad (18)$$

Donde A_t^T y A_t^{NT} es la productividad ponderada del sector transables y no transable respectivamente, A_t^i y A_t^j es la PTF de cada subsector transable y no transable, respectivamente, y Y_t^i y Y_t^j son las producciones reales de cada subsector transable y no transable, respectivamente. Ahora, la teoría indica que la dinámica de estas variables termina afectando a los precios de los mismos sectores. Por esta razón, pueden construirse índices de precios de transables y no transables utilizando la misma ponderación:

$$P_t^T = \frac{\sum_{i \in T} P_t^i \cdot Y_t^i}{\sum_{i \in T} Y_t^i} \quad (19)$$

$$P_t^{NT} = \frac{\sum_{j \in NT} P_t^j \cdot Y_t^j}{\sum_{j \in NT} Y_t^j} \quad (20)$$

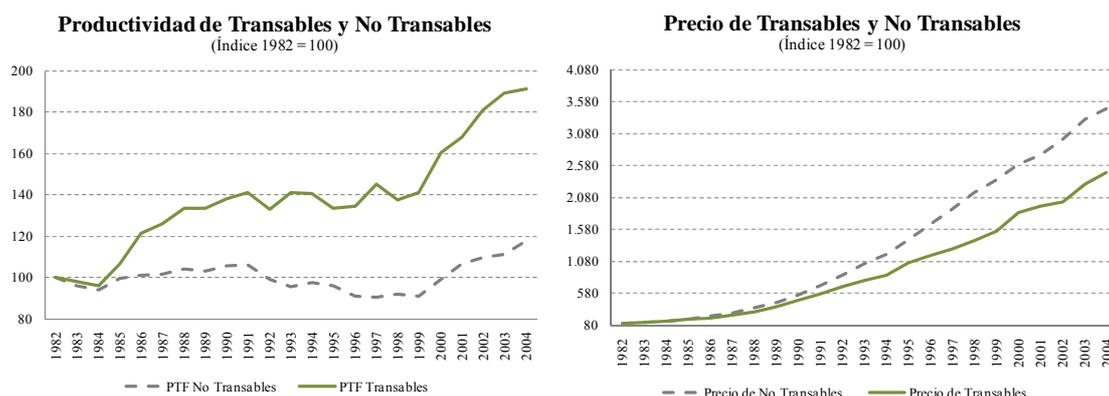
Donde P_t^T y P_t^{NT} es el precio ponderado del sector transable y no transable respectivamente, y P_t^i y P_t^j es el precio de cada subsector transable y no transable, respectivamente. Los resultados de estas variables se presentan en el Gráfico 6.

Entre 1982 y 1991, el sector transable presentó un incremento de productividad que se vio solo levemente acompañado por incrementos en la productividad del no transable. Para el

¹⁰ En el Anexo 1 se presentan los resultados de este ejercicio de acuerdo a las distintas definiciones de transable y no transable (importaciones, exportaciones y la suma de las dos)

período de 1992 a 1999 la productividad del transable se vio estancada, mientras que la del no transable presentó un declive. Estos resultados son consistentes con la medición de la productividad de estos sectores realizada hasta 1996 por Cárdenas (1997). Sin embargo, desde el año 2000 la industria colombiana se vio en un proceso de incrementos fuertes de productividad, especialmente concentrados en el sector transable. Para los precios, se observó sistemáticamente un mayor incremento de precios de no transables.

Gráfico 6. Productividad y Precios Ponderados de los Sectores Transable y No Transable



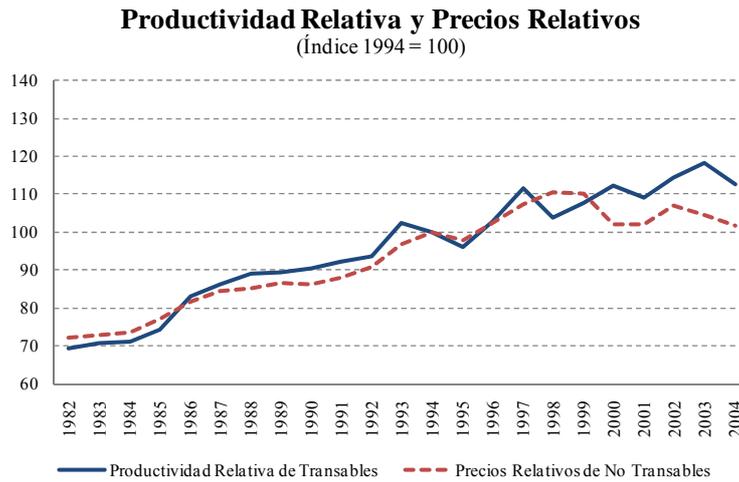
Fuente: Cálculos del autor.

Ahora, siguiendo la ecuación (13), al calcular la productividad relativa de los transables como la razón entre la PTF ponderada de transables y la PTF ponderada de no transables, se obtiene una variable que se acerca a la medición empírica de un insumo fundamental del efecto B-S y cuyo resultado se presenta en el Gráfico 7. Como se observa, la productividad relativa de los transables creció en la mayoría del período de muestra, a excepción de los años de 1993 a 1995, de 1997 a 1998, y el 2004. Por su parte, tal como lo predice la teoría, los precios relativos de los no transables parecen seguir de cerca estos movimientos, hecho confirmado por una correlación lineal del 94,9% entre ambas variables, la cual resulta ser estadísticamente significativa.

Adicionalmente, al realizar una dispersión de la productividad y precios relativos, parece haber indicios adicionales de una relación directa (Gráfico 8). De igual manera, al realizar la dispersión de los crecimientos anuales de estas variables, también hay señales de una relación positiva, tal vez con la excepción de períodos como el 2000, en el que a la salida de la crisis económica los sectores transables tuvieron un aumento de productividad relativa de 4,2% mientras que los precios relativos de los no transables cayeron en un 7,4%, hecho consistente con la desinflación observada en dicho año, la cual estuvo concentrada en los no transables (Gráfico 8). Dado todo lo anterior, existe evidencia de la relación entre precios y

productividades, o como podría considerarse, del mecanismo del efecto B-S. Cabe notar que la dispersión del Gráfico 8 da indicios de que la elasticidad de los precios de no transables a cambios en la productividad de los transables es menor que uno. Por ello, es posible que el mecanismo de transmisión del efecto no funcione de manera completa.

Gráfico 7. Productividad Relativa y Precios Relativos de Transables y No Transables

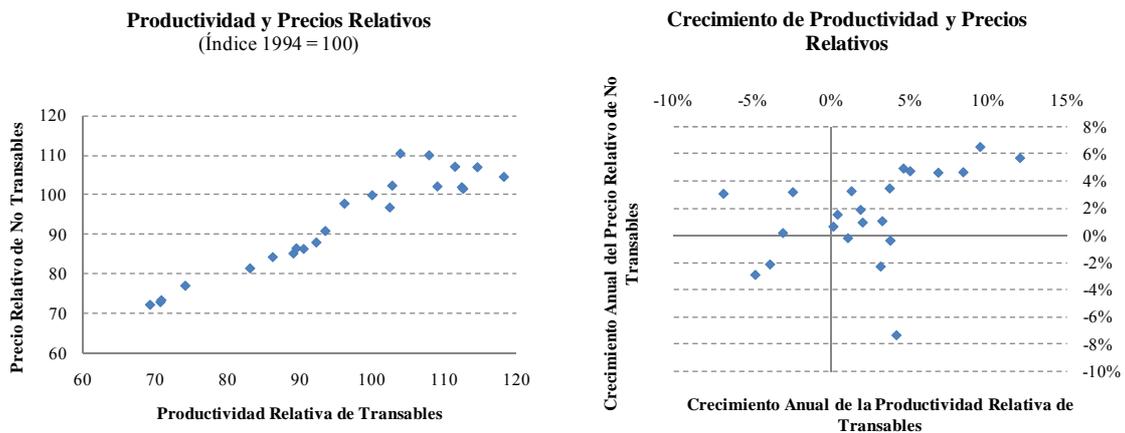


Correlación Lineal	PTF Relativa	Precios Relativos
PTF Relativa	1	
Precios Relativos	0.949*** (0,000)	1

P-value entre paréntesis. *** Significativo al 1%

Fuente: Cálculos del autor.

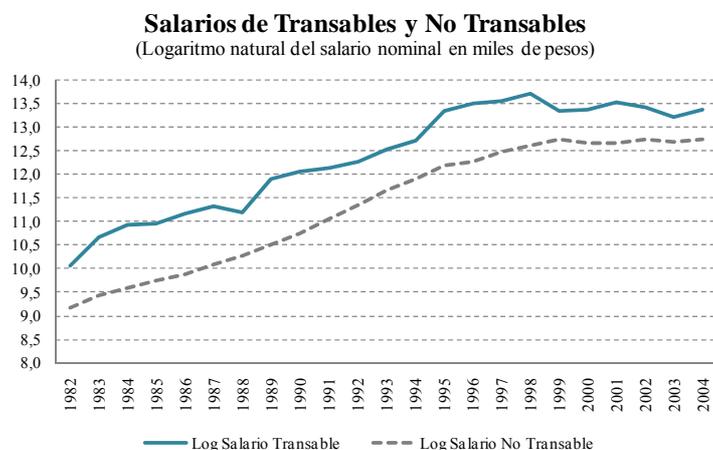
Gráfico 8. Productividad Relativa de Transables y Precios Relativos de No Transables



Fuente: Cálculos del autor.

Pueden existir varias razones detrás de una transmisión incompleta de la productividad relativa a los precios relativos. En primer lugar, como lo indica la ecuación (13), el resultado es completo sólo si la participación del factor trabajo en la tecnología de ambos sectores es la misma. Como se encontró en el Cuadro 2, los sectores transables tienden a estar más concentrados en químicos, metales y maquinaria, industrias que tienden a tener una mayor participación de capital físico. De esta forma, el supuesto de igualdad de participación de la mano de obra puede no cumplirse. Por otra parte, el modelo de B-S exige un supuesto de libre movilidad de la mano de obra entre sectores de manera que incrementos en el salario de los transables se vea reflejado en un aumento de los salarios de los no transables. Aunque distintas reformas laborales han intentado flexibilizar el mercado laboral colombiano, la evidencia apunta a que existen rigideces. Autores como Iregui et al. (2009) documentan la disparidad de salarios entre sectores y la rigidez de los mismos, mientras que Galvis (2010) muestra que no existe convergencia no condicionada para salarios entre regiones. En el caso de la EAM, la información de salarios pagados en promedio ponderado para cada sector indica que, aunque existe una tendencia similar, los cambios de corto plazo en los salarios de los sectores transables no se reflejan directamente en los salarios de los no transables (Gráfico 9).

Gráfico 9. Salarios Nominales de Sectores Transables y No Transables



Fuente: Cálculos del autor.

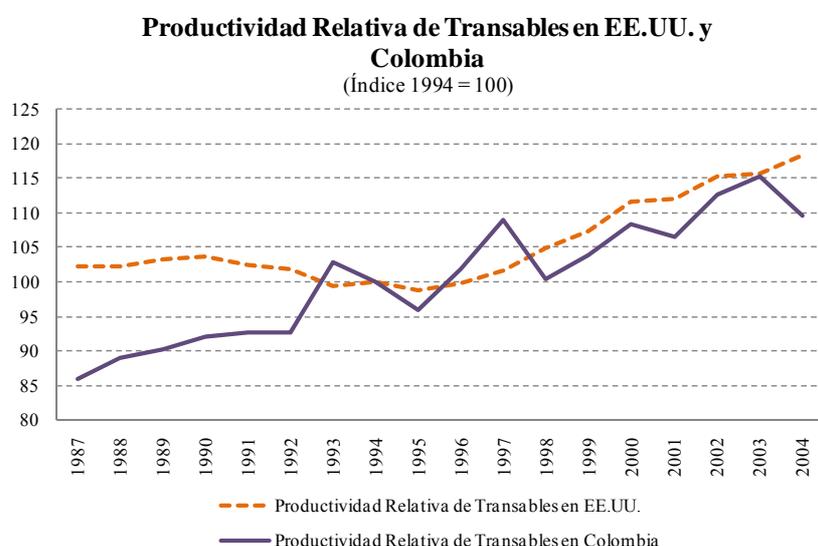
Una vez se ha evidenciado la primera parte del efecto, es decir, la relación entre productividad y precios, puede tenerse en cuenta la productividad del resto del mundo como determinante potencial de la tasa de cambio real, usando a EE.UU. como aproximación de la economía mundial. Para calcular la productividad relativa de transables y los precios relativos de no transables para EE.UU. se utilizó la misma metodología que para el caso colombiano, aunque en este caso solo se dispone de información desde 1987. Con base en la definición de

sectores transables y no transables al interior de la industria de ese país, presentada en el Cuadro 3, se estimaron índices de productividad ponderados por la participación de la producción real de cada sector¹¹.

Al comparar la productividad relativa de los no transables en EE.UU. con el mismo indicador para Colombia pueden extraerse algunos hechos estilizados (Gráfico 10). En general, los cambios en la productividad relativa de transables son más suavizados en EE.UU. que en Colombia. Entre 1987 y 1992 los sectores transables colombianos tuvieron mayores ganancias en su productividad relativa que los estadounidenses, proceso que se vio interrumpido en tres ocasiones, entre 1993 – 1995, entre 1997 – 1998 y en 2004.

Es notable que los sectores transables colombianos mostraran procesos de ganancia en productividad fuertes en los períodos de 1987 a 1992 y de 1995 a 1997, hecho consistente con la evidencia disponible sobre el efecto de la apertura económica sobre la industria colombiana. Como lo muestra Eslava et al. (2004), las reformas económicas que flexibilizaron la entrada de productos importados llevaron a mejoras en la eficiencia dentro de la industria manufacturera por una mejor asignación de factores.

Gráfico 10. Productividad Relativa en EE.UU. y en Colombia



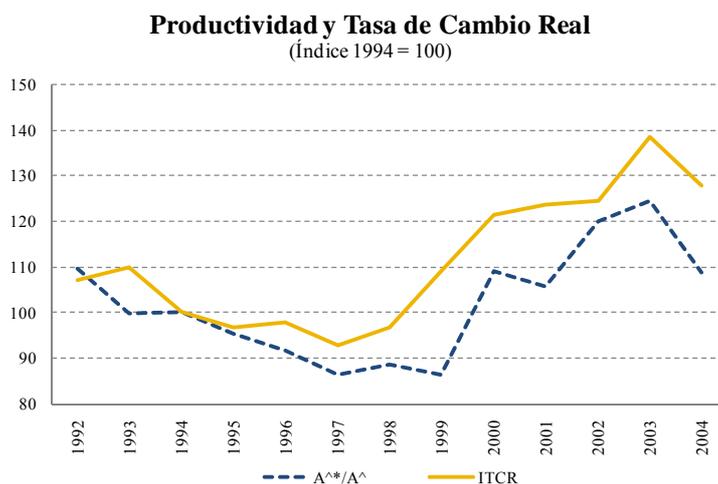
Fuente: Cálculos del autor.

¹¹ Como se mencionó, se realizaron estimaciones utilizando como definición de transables y no transables según las exportaciones para probar robustez de los resultados. Adicionalmente, se realizó una estimación donde los sectores que resultaron transables en Colombia se asumían transables en EE.UU. Ambas pruebas muestran que los resultados son robustos a la definición, y se reportan en el Anexo 2.

Las productividades relativas de los transables en cada país se emplean para realizar una aproximación de la ecuación (16). Esta indica que, de cumplirse la PPA para los bienes transables, la tasa de cambio real puede aproximarse a la relación de productividades (\hat{A}^*/\hat{A}).

En este momento debe tenerse en cuenta que en el año de 1991 el Banco de la República abandonó el *crawling-peg* de la tasa de cambio nominal entre el peso y el dólar, flexibilizando así el régimen cambiario. Adicionalmente, la apertura económica posterior a 1991 pudo haber afectado a los sectores que se denominaban transables antes de esa fecha. En efecto, la información disponible indica que las importaciones como porcentaje de la producción aumentaron después de 1991. Por ello, es interesante medir el efecto de la productividad relativa sobre la TCR para el período 1992 a 2004, y luego comparar con el resultado para el período entre 1987 y 1991. Para esto se realizó de nuevo la clasificación de los sectores transable y no transable para el período de 1992 a 2004 de manera que un sector CIU es transable si sus importaciones son superiores al 15% de su producción en el promedio 1992 – 2004¹². Adicionalmente, se toma como tipo de cambio real el ITCR bilateral entre Colombia y EE.UU., medido con el índice de precios del productor (IPP). Los resultados, suponiendo que la proporción de bienes transables en el índice de precios es la misma para ambos países ($\alpha = \beta$), se ilustran en el Gráfico 11.

Gráfico 11. Relación de Productividades y Tasa de Cambio Real con EE.UU.



¹² El resultado de la clasificación es muy similar y sólo el sector de refinación del petróleo cambia al pasar de transable en toda la muestra a no transable después de 1992, hecho consistente con la transabilidad de ese sector en EE.UU. La clasificación resultante se presenta en el Anexo 3.

Correlación Lineal	Relación de Productividades	ITCR
Relación de Productividades	1	
ITCR	0.849*** (0,0002)	1

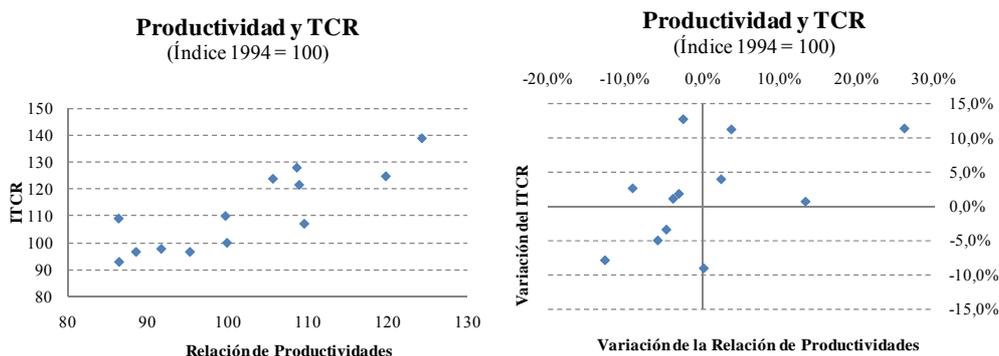
P-value entre paréntesis. *** Significativo al 1%

Fuente: Banco de la República, cálculos del autor.

En primer lugar, la medida de productividad (\hat{A}^*/\hat{A}) muestra que los sectores transables colombianos presentaron ganancias en su productividad relativa entre los años de 1992 a 1999. Posteriormente, entre 1999 y 2003 perdieron productividad en términos relativos y, finalmente, en el año 2004 presentaron de nuevo una ganancia. Adicionalmente, los resultados indican que existe una relación cercana entre la productividad relativa y la TCR entre 1992 y 2004, dando indicios importantes de la existencia del efecto B-S. De hecho, la relación sólo parece perderse en los años 1993, 1999 y 2001, cuando una ganancia en productividad relativa del sector transable colombiano no se vio acompañada de una apreciación real.

Además, los indicios de una relación cercana entre las variables se mantienen al analizar la dispersión de la relación de productividades y la TCR (Gráfico 12). La dispersión de los crecimientos anuales de estas variables también arroja señales de una relación positiva, aunque en este caso el resultado es menos claro. Sin embargo, como se muestra en el Gráfico 11 y a pesar de la falta de observaciones, la correlación entre la productividad relativa y el ITCR es estadísticamente significativa y cercana al 85%.

Gráfico 12. Relación de Productividades y Tasa de Cambio Real con EE.UU.



Fuente: Cálculos del autor.

Estos resultados dan claros indicios de una relación directa entre las productividades relativas y la TCR. Sin embargo, la correlación del 85% entre las variables indica que existen también otros factores que determinan la dinámica de la TCR, por lo que es necesario

reconocer que esta no se explica en su totalidad por el efecto B-S. En primer lugar, la relación entre la productividad y la TCR depende del supuesto de que se cumple la PPA en los bienes transables. Aunque los resultados indican que esta paridad puede ser en efecto importante para Colombia, es posible que existan desviaciones de esa condición. Aunque en Colombia no hay abundancia de investigaciones en torno a este tema, el trabajo de Rincón et al. (2005) indica que el *pass-through* de la tasa de cambio a los precios transables es bajo, por lo que da pie para pensar que la PPA no siempre se cumple de manera completa en Colombia.

Además, como lo mostraron Rogoff (1992), De Gregorio (1994) y Asea y Mendoza (1994), existen también factores por el lado de la demanda que afectan en el largo plazo los movimientos del tipo de cambio y los precios de los no transables. Por ejemplo, Echavarría et al. (2007) muestran que el gasto público y la deuda externa son importantes en Colombia para explicar la dinámica de la TCR.

Una vez reconocido esto, puede evaluarse compararse el resultado del ejercicio para el período de 1992 a 2004 con el caso en que se incluyen los años de 1987 a 1991. Para ello se realizó un ejercicio idéntico utilizando información desde 1987 y con las definiciones de transable y no transable del Cuadro 2, es decir, para un nivel de apertura en importaciones del 15% para el promedio 1987 a 2004. El Cuadro 4 compara los coeficientes de correlación entre la productividad y la TCR para el período 1987 a 2004 con el período 1992 a 2004.

Cuadro 4. Coeficientes de Correlación entre la relación de Productividades y el ITCR

	Coeficiente de Correlación
1992 - 2004	0.849*** (0,0002)
1987 - 2004	0.172 (0,4958)

P-value entre paréntesis. *** Significativo al 1%

Fuente: Cálculos del autor.

Cuando se estima la correlación para el período completo se obtiene un valor que, además de no ser estadísticamente significativo, es muy bajo porcentualmente. Por el contrario, la estimación del ejercicio para el período posterior a 1992 arroja una alta y significativa correlación. En parte, esto puede obedecer al efecto de la apertura sobre las firmas colombianas. Con el proceso de apertura económica se eliminaron aranceles a las importaciones que protegían a los sectores transables. Como se mencionó, la mayor exposición a las importaciones tuvo un efecto positivo sobre la productividad de dichos sectores, por lo que posiblemente la apertura llevó a que dichas firmas reaccionaran de manera más eficiente a choques externos.

Adicionalmente, el nuevo régimen cambiario pudo haber llevado a un mejor ajuste de la tasa de cambio nominal, incrementando también la relación entre productividad y TCR. Sin embargo, esta evidencia podría no ser suficiente para descartar la ocurrencia del efecto B-S antes de la década de los 90, y haría falta disponer de mayor información para llegar a esa conclusión. Por ahora, sólo se puede afirmar que, luego de la apertura económica y de la flexibilización del régimen cambiario, el efecto B-S se evidencia con mayor claridad.

En resumen, los resultados que aquí se presentan dan evidencia la presencia del efecto B-S en Colombia ya que muestran, en primer lugar, una relación directa entre la productividad relativa y los precios relativos al interior de la economía. En segundo lugar muestran que, al incluir un país numerario como EE.UU., se logra obtener una relación cercana entre las medidas de productividad relativa y la TCR.

Cabe notar que, una vez construidos los índices que se presentaron, es difícil realizar estimaciones econométricas más fuertes debido a una falta de disponibilidad de series de tiempo de mayor duración¹³, por lo que en este documento no pueden realizarse conclusiones en cuanto a causalidad. Es por eso se deja abierta la agenda de investigación y se proponen avances posteriores en dos direcciones. La primera, atendiendo la necesidad de un mayor número de observaciones para lograr encontrar una relación de cointegración entre las variables, consiste en construir series de mayor duración o aplicarse una metodología de trimestralización de las series de productividad, para así lograr una mayor frecuencia de los datos. La segunda, aprovechando la riqueza de la información a nivel micro con que se cuenta en la EAM, consiste en plantear un modelo de panel de datos en el que se cuantifique el efecto de un incremento en la productividad de los sectores transables sobre los precios de los sectores no transables. Ambas estrategias serían útiles para indagar la magnitud del efecto B-S que se evidencia en este trabajo. Por último, sería un avance obtener información de PTF para sectores distintos a la industria, para así lograr una medición del efecto más completa.

7. Conclusiones

La evidencia aquí presentada parece validar la relación entre la productividad y la TCR. En primer lugar, muestra que los cambios en la productividad relativa están relacionados directamente con los movimientos de los precios relativos, lo que podría considerarse como el

¹³ A modo de prueba, se realizaron estimaciones para intentar encontrar una relación de cointegración entre la productividad relativa y la TCR. Sin embargo, los resultados no son concluyentes debido a falta de observaciones. Los resultados se presentan en el Anexo 4.

mecanismo de transmisión del efecto B-S. En segundo lugar, se logra mostrar que en Colombia se cumple el efecto B-S pues se encuentra una alta correlación entre la productividad relativa frente a EE.UU. y la TCR. Adicionalmente, la evidencia parece indicar que el efecto B-S se observa con mayor certeza después de 1992, momento en el que se flexibiliza el régimen cambiario y en el que la economía se torna más abierta.

Los resultados apuntan a que la productividad relativa es uno de los fundamentales de la TCR en Colombia. Por lo tanto, este hecho debería incorporarse en la formulación de los modelos en el estudio de la TCR de equilibrio. Adicionalmente, la evidencia apunta a que las medidas de apertura económica y de flexibilización del régimen cambiario llevaron a que la TCR refleje de manera más clara la dinámica de la productividad relativa.

El enfoque de este documento parece ser la estrategia correcta para evaluar el efecto B-S. El uso de una clasificación cuidadosa de sectores transables y no transables, sumada al uso de la PTF y la inclusión de un país numerario en las medidas de productividad relativa, resulta ser un aporte a la verificación empírica del efecto B-S ya que es cercano a lo que solicita la teoría. El trabajo es además válido para Colombia, pues en los trabajos anteriores no se había logrado mostrar evidencia clara de la relación entre productividad y TCR, y en algunos casos el efecto era contrario al esperado.

No obstante, la falta de modelos econométricos imposibilita concluir en cuanto a causalidad. Por lo tanto, hacia delante los resultados dejan abiertos dos posibles caminos para complementar la investigación. Por un lado, realizar la consecución de un mayor número de observaciones con el fin de estimar relaciones de cointegración. Por otro lado, utilizar la gran riqueza de datos de la EAM para Colombia con el fin de indagar un panel de datos sobre el cual pueda evidenciarse el efecto de la productividad sobre los precios. Finalmente, sería un avance obtener información de la PTF para distintos sectores de la economía, adicionales a la industria.

Referencias

- Alonso, G., Hernández, J. N., Pulido, J. D., Villa, M. (2008). “Medidas Alternativas de Tasa de Cambio Real para Colombia”, *Borradores de Economía*, No. 514, Banco de la República.
- Asea, P., Mendoza, E. (1994). “The Balassa-Samuelson Model: A General Equilibrium Appraisal”, *Review of International Economics*, 2:3, pp. 244-267.
- Balassa, B. (1964). “The Purchasing-Power Parity Doctrine: A Reappraisal”, *The Journal of Political Economy*, Vol. 72 No. 6.

- Banco de la República, Exportaciones e Importaciones (FOB). 1982 – 2004.
- Bureau of Labor Statistics (BLS). Multifactor KLEMS Productivity, 1987 – 2006.
- Burgess, R., Fabrizio, S., Xiao, Y. (2004). *The Baltics: Competitiveness on the Eve of EU Accession*, Fondo Monetario Internacional.
- Cárdenas, M. (1997). “La Tasa de Cambio en Colombia”, *Cuadernos de Fedesarrollo* No. 1, Fedesarrollo.
- Chin, M., Johnston, L. (1997). “Real Exchange Rate Levels, Productivity and Demand Shocks: Evidence from a Panel of 14 Countries”. *IMF Working Paper*, No. 66, Fondo Monetario Internacional.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Encuesta Anual Manufacturera (EAM), 1982 – 2004.
- David, P. (1972). “Just How Misleading are Official Exchange Rate Conversions?”. *The Economic Journal*, Vol. 82, No. 327, pp. 979-990.
- De Gregorio, J., Giovannini, A., Wolf, H. (1994). “International Evidence on Tradables and Nontradables Inflation”, *European Economic Review*, 38, pp. 1225-1224.
- Echavarría, J., Arbeláez, M., Rosales, M. (2006). “La productividad y sus determinantes: el caso de la industria colombiana”, *Revista Desarrollo y Sociedad*, Universidad de los Andes – CEDE, No. 57, pp. 77 – 122.
- Echavarría, J., López, E., Misas, M. (2007). “La Tasa de Cambio Real de Equilibrio en Colombia y su Desalineamiento: Estimación a través de un modelo SVEC”, *Borradores de Economía*, No. 472, Banco de la República.
- Echavarría, J., López, E., Misas, M. (2008). “Desalineamiento de la Tasa de Cambio, Destorcidas de Cuenta Corriente y Ataques Especulativos en Colombia”, *Borradores de Economía*, No. 500, Banco de la República.
- Echavarría, J., Vásquez, D., Villamizar, M. (2005). “Expectativas, Tasa de Interés y Tasa de Cambio. Paridad Cubierta y no Cubierta en Colombia 2000 – 2007”, *Borradores de Economía*, No. 486, Banco de la República.
- Égert B., Drine I., Lommatzsch K., y Rault C. (2002). “The Balassa -Samuelson Effect in Central and Eastern Europe: Myth or Reality?”, *William Davidson Working Paper*, No. 483.
- Eslava, M., Haltiwanger, J., Kugler, A. y Kugler, M. (2004). “The effects of structural reforms on productivity and profitability enhancing reallocation: evidence from Colombia”, *Journal of Development Economics*, No. 75.
- Galvis (2010). “Comportamiento de los salarios reales en Colombia: Un análisis de convergencia condicional, 1984-2009”, *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, No. 127, Banco de la República.
- Harrod, R. (1933). *International Economics*, Nisbet & Cambridge University Press.
- Hsieh (1982). “The determination of the real exchange rate: The productivity approach”, *Journal of International Economics*, Vol. 12, No. 3 – 4, pp. 355 – 362.
- Huertas, C. (2005). “Tasa de Cambio Real de Colombia: Un Enfoque Empírico No Lineal”, *Borradores de Economía*, No. 359, Banco de la República.

- Iregui, A., Melo, L., Ramirez M. (2009), “Rigideces de los salarios a la baja en Colombia: Evidencia empírica a partir de una muestra de salarios a nivel de firma”, *Borradores de Economía*, No. 571, Banco de la República.
- Marston, R. (1990), “Systematic Movements in Real Exchange Rates in the G-5: Evidence on the Integration of Internal and External Markets”, *NBER Working Paper*, No. 3332.
- Mihaljek, D. y Klau, M. (2004). “The Balassa-Samuelson Effect in Central Europe: A Disaggregated Analysis”, *Working Papers*, No. 143, Bank for International Settlements.
- Officer, L. (1976), “The Productivity Bias in Purchasing Power Parity: An Econometric Investigation”, *Staff Papers*, International Monetary Fund, Vol. 23, No. 3, pp. 545-579.
- Ojeda, J. (2009), “Purchasing Power Parity and Breaking Trend Functions in the Real Exchange Rate”. *Borradores de Economía*, No. 564, Banco de la República.
- Pavcnik, N. (2002). “Trade Liberalization, Exit, and Productivity Improvements: Evidence from Chilean Plants”, *Review of Economic Studies*, Vol. 69, N. 1, pp. 245-276.
- Rincón, H., Caicedo, E., Rodriguez, N. (2005). “Exchange Rate Pass-Through Effects: A Disaggregate Analysis of Colombian Imports of Manufactured Goods”, *Borradores de Economía*, No. 330, Banco de la República.
- Rogoff, K. (1992). “Traded Goods Consumption Smoothing and the Random Walk Behavior of the Real Exchange Rate”, *NBER Working Paper*, No. W4119.
- Rogoff, K. (1996). “The Purchasing Power Parity Puzzle”, *Journal of Economic Literature*, Vol. 34 No. 2.
- Samuelson, P. (1964). “Theoretical Notes on Trade Problems”, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 46 No. 2.
- Sarno, L., Taylor, M. (2006). *The Economics of Exchange Rates*, Cambridge University Press.
- Tica, J., Druzic, I. (2006). “The Harrod-Balassa-Samuelson Effect: A Survey of Empirical Evidence”, *EFZG Working Papers Series*, No. 0607, University of Zagreb.
- United States International Trade Commission (USITC), General Imports and Exports, 1996 – 2006.
- Villar, L., Esguerra, P. (2005). “El Comercio Exterior Colombiano en el Siglo XX”, *Borradores de Economía*, No. 358, Banco de la República.

Anexos

Anexo 1

Al realizar la medición de la productividad relativa de los bienes transables se obtienen resultados que difieren según la definición de apertura. En el caso de un 15% de exportaciones respecto a la producción, los resultados (Gráfico A.1) indican que la productividad de los transables se redujo entre 1982 y 1992. Esto es contrario a lo que sucede si se define apertura como el 15% de las importaciones respecto a la producción (Gráfico A1.2). Sin embargo, la clasificación de transables según exportaciones no es robusta a cambios en el punto de corte, de manera que usando el 10%, 15% y 20% se obtienen resultados distintos. Por otra parte, la definición de apertura según la suma de importaciones e importaciones no permite obtener un número significativo de sectores no transables, por lo que se pierde información necesaria para la medición de productividad. Por estas razones, sumadas a las expuestas en la sección cinco, se escoge a las importaciones como definición de apertura.

Gráfico A1.1. Productividad y Precios Relativos según definición de Exportaciones al 15%

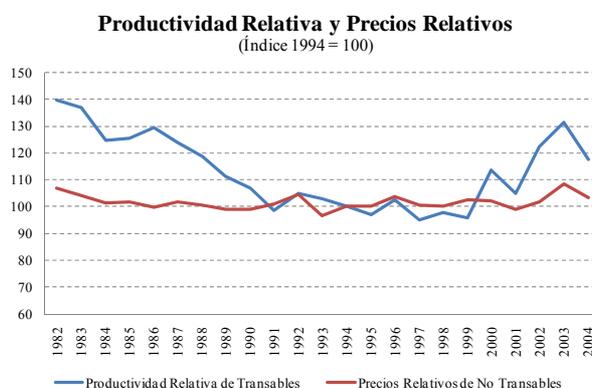
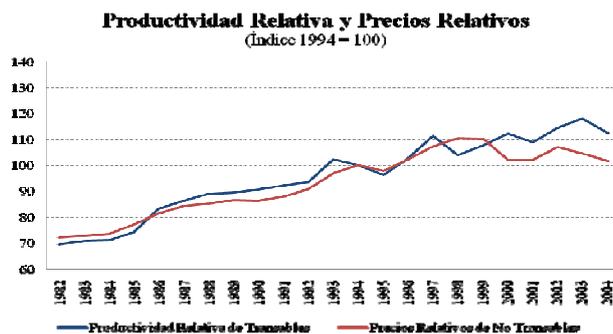


Gráfico A1.1. Productividad y Precios Relativos según definición de Importaciones al 15%



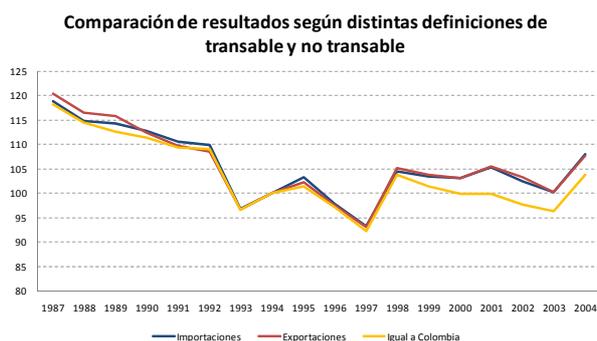
Fuente: Cálculos del autor.

Anexo 2

Al realizar la medición de la productividad de Colombia frente a EE.UU., se utilizaron distintas clasificaciones de los sectores transables y no transables estadounidenses. En primer lugar, la medición utilizando las exportaciones o las importaciones como medida de apertura arroja resultados casi idénticos, como lo muestra el Gráfico A2.1.

En segundo lugar se realizó una medición suponiendo que aquellos sectores que resultaban ser transables en Colombia, lo eran también en EE.UU., y de manera similar para los no transables. Para ello, debió establecerse una correspondencia entre los sectores CIUU colombianos y los sectores NAICS estadounidenses, la cual se presenta en el Cuadro A2.1. Los resultados de productividad relativa frente a EE.UU. con esta definición no cambian sustancialmente frente a las otras dos (Gráfico A2.1).

Gráfico A2.1. Relación de productividad frente a EE.UU. según distintas definiciones.



Fuente: Cálculos del autor.

Cuadro A2.1. Equivalencia de sectores CIUU Colombia a sectores NAICS EE.UU.

ciu3	Descripción	NAICS	Description
311	Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas		
312		311, 312	Food and Beverage and Tobacco Products
313	Industria de bebidas		
314	Industria del tabaco		
321	Fabricación de textiles		
322	Fabricación de prendas de vestir excepto calzado	313, 314	Textile Mills and Textile Product Mills
323	Industria del cuero y productos del cuero y sucedáneos del cuero y piel, excepto calzado		
324	Fabricación de calzado, y sus partes, excepto el de caucho o plástico	315, 316	Apparel and Leather and Applied Products
331	Industria de la madera y productos de la madera y el corcho excepto muebles	321	Wood Products
332	Fabricación de muebles y accesorios, excepto los que son principalmente metálicos	337	Furniture and Related Products
341	Fabricación de papel y productos de papel	322	Paper Products
342	Imprentas, editoriales e industrias conexas	323	Printing and Related Support Activities
351	Fabricación de sustancias químicas industriales		
352	Fabricación de otros productos químicos	325	Chemical Products
353	Refinerías de petróleo		
354	Otros derivados del petróleo y carbón	324	Petroleum and Coal Products
355	Fabricación de productos de caucho		
356	Fabricación de productos plásticos	326	Plastics and Rubber Products
361	Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana		
362	Fabricación de vidrio y productos de vidrio		
369	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	327	Nonmetallic Mineral Products
371	Industrias básicas de hierro y acero		
372	Industrias básicas de metales no ferrosos	331	Primary Metals
381	Fabricación de productos metálicos exceptuando maquinaria y equipo	332	Fabricated Metal Products
382	Construcción de maquinaria, exceptuando la eléctrica	333	Machinery
383	Fabricación de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros eléctricos	334	Computer and Electronic Products
384	Fabricación de material profesional y científico, instrumentos de medida y control n.e.p.	335	Electrical Equipment, Appliances, and Components
385	Construcción de equipo y material de transporte	336	Transportation Equipment
390	Otras industrias manufactureras	339	Miscellaneous Manufacturing

Fuente: Cálculos del autor.

Anexo 3

Cuadro A3.1. Clasificación de Transables y No Transables para el período 1992-2004 frente a 1987 - 2004

ciu3	Descripción	1992-2004	1987-2004
311	Fabricación de productos alimenticios, excepto bebidas	NT	NT
312		NT	NT
313	Industria de bebidas	NT	NT
314	Industria del tabaco	NT	NT
321	Fabricación de textiles	T	T
322	Fabricación de prendas de vestir excepto calzado	NT	NT
323	Industria del cuero y productos del cuero y sucedáneos del cuero y piel, excepto calzado	NT	NT
324	Fabricación de calzado, y sus partes, excepto el de caucho o plástico	NT	NT
331	Industria de la madera y productos de la madera y el corcho excepto muebles	NT	NT
332	Fabricación de muebles y accesorios, excepto los que son principalmente metálicos	NT	NT
341	Fabricación de papel y productos de papel	T	T
342	Imprentas, editoriales e industrias conexas	NT	NT
351	Fabricación de sustancias químicas industriales	T	T
352	Fabricación de otros productos químicos	T	T
353	Refinerías de petróleo	NT	T
354	Otros derivados del petróleo y carbón	T	T
355	Fabricación de productos de caucho	T	T
356	Fabricación de productos plásticos	NT	NT
361	Fabricación de objetos de barro, loza y porcelana	NT	NT
362	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	NT	NT
369	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	NT	NT
371	Industrias básicas de hierro y acero	T	T
372	Industrias básicas de metales no ferrosos	T	T
381	Fabricación de productos metálicos exceptuando maquinaria y equipo	T	T
382	Construcción de maquinaria, exceptuando la eléctrica	T	T
383	Fabricación de maquinaria, aparatos, accesorios y suministros eléctricos	T	T
384	Fabricación de material profesional y científico, instrumentos de medida y control n.e.p. Apar	T	T
385	Construcción de equipo y material de transporte	T	T
390	Otras industrias manufactureras	T	T

Anexo 4

Se realizó un test de Johansen entre la productividad relativa y la TCR para probar si existe una relación de cointegración entre las dos. El resultado del test (Cuadro A5.1) indica que existe al menos un vector de cointegración entre las variables.

Cuadro A4.1. Test de Johansen para la productividad relativa y la TCR

Series: LBS LITCR
Lags interval (in first differences): 1 to 1
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05	
			Critical Value	Prob.**
None *	0.770343	19.97309	15.49471	0.0099
At most 1	0.291474	3.790256	3.841466	0.0515

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Sin embargo, esta prueba no es confiable debido al poco número de observaciones. Por lo tanto, se realizó la prueba de Engle y Granger para las mismas variables. El resultado de la prueba (Cuadro A5.2) indica que no existe relación de cointegración entre las dos, ya que los coeficientes de los residuales no son significativos. No obstante, la prueba también tiene críticas en cuanto se estima por medio de MCO y no identifica la cantidad de vectores de cointegración entre las variables.

Cuadro A4.2. Prueba de Engle y Granger para la productividad relativa y la TCR

1. Productividad en función de la TCR 2. TCR en función de la productividad

Dependent Variable: D(RESID01)					Dependent Variable: D(RESID02)				
Method: Least Squares					Method: Least Squares				
Date: 06/08/10 Time: 12:01					Date: 06/08/10 Time: 12:02				
Sample (adjusted): 1995 2004					Sample (adjusted): 1995 2004				
Included observations: 10 after adjustments					Included observations: 10 after adjustments				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.		Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID01(-1)	-0.899511	0.515158	-1.746085	0.1243	RESID02(-1)	-0.524913	0.46261	-1.134676	0.2939
D(RESID01(-1))	0.106566	0.503769	0.211538	0.8385	D(RESID02(-1))	-0.170257	0.479002	-0.355442	0.7227
D(RESID01(-2))	0.203044	0.356557	0.569458	0.5868	D(RESID02(-2))	-0.000877	0.362749	-0.002416	0.9981
R-squared	0.460733	Mean dependent var	-0.01061		R-squared	0.314928	Mean dependent var	0.016905	
Adjusted R-squared	0.306657	S.D. dependent var	0.08271		Adjusted R-squared	0.119194	S.D. dependent var	0.075504	
S.E. of regression	0.06887	Akaike info criterion	-2.269869		S.E. of regression	0.070861	Akaike info criterion	-2.212856	
Sum squared resid	0.033201	Schwarz criterion	-2.179093		Sum squared resid	0.035149	Schwarz criterion	-2.12208	
Log likelihood	14.34934	Hannan-Quinn criter.	-2.369449		Log likelihood	14.06428	Hannan-Quinn criter.	-2.312437	
Durbin-Watson stat	2.119051				Durbin-Watson stat	1.977502			

Por lo tanto, la evidencia no es concluyente acerca de la existencia de un vector de cointegración entre la productividad relativa y la tasa de cambio real.