
LA TASA DE CAMBIO REAL REGIONAL Y DEPARTAMENTAL EN COLOMBIA, 1980-2002

En el presente trabajo se realiza el cálculo del ITCR a niveles regional y departamental para el período comprendido entre el primer trimestre de 1980 y el segundo de 2002. También se realizan algunos ejercicios estadísticos y econométricos con el fin de establecer si es relevante para Colombia el cálculo de un ITCR regional y/o departamental, y para cuáles de las regiones o departamentos existe evidencia de intercambiabilidad con el índice nacional.

*por: Gerson Javier Pérez V.**

Como unidad de comercio exterior, un país enfrenta una tasa de cambio con sus socios comerciales¹ igual para todos los agentes locales. Sin embargo, los departamentos o regiones, de acuerdo a su especialización (en el caso de ser exportadores) o a sus necesidades (en el caso de ser importadores), podrían enfrentar tasas de cambio distintas. Las preguntas que surgen son: ¿enfrentan todos los departamentos la misma tasa de cambio real?, ¿cómo pueden

ser afectados los departamentos diferencialmente por los socios comerciales en el mercado externo?

La proximidad geográfica, en el caso de las poblaciones fronterizas, es otra de las razones que hace pensar que vale la pena construir y hacer uso de índices de tasa de cambio real con mayor desagregación geográfica que el índice nacional. Coughlin y Pollard (1998) argumentaron que la

* Investigador del Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER), Banco de la República. El autor agradece a Roberto Fortich por la colaboración durante la realización del presente trabajo. Igualmente se agradece a Adolfo Meisel, Joaquín Viloria, Margarita Vega y Juan David Barón por sus comentarios durante la realización de este documento.

¹ El número de socios comerciales en las regiones o departamentos se diferencia entre sí y con respecto al del total nacional, hecho que depende particularmente de la cercanía entre regiones y la participación de cada uno en el comercio total.

proximidad geográfica de las regiones con algunos socios comerciales específicos, junto con la diversidad en la composición industrial de estas regiones, son las principales razones por las cuales debería calcularse el índice de tasa de cambio real regional.

Otro aspecto no menos importante que se destaca es la metodología para la construcción del índice de la tasa de cambio real (ITCR), ya que no son pocas las decisiones que deben tomarse a la hora de realizar dicho cálculo. Por ejemplo, el número de socios comerciales que se incluye, los deflatores (índice de precios del productor, IPP o índice de precios al consumidor, IPC) tanto del país local como de los socios comerciales, los ponderadores y el tipo de índice que se va a calcular (Paasche o Laspeyres). Dentro de este último aspecto, Coughlin *et al.* (1996) realizaron una revisión acerca del tipo de índices que calculan en los Estados Unidos algunos de los bancos de la Reserva Federal. Por ejemplo, el Banco de la Reserva Federal de Atlanta construye un índice de tipo Laspeyres, mientras que el de Dallas calcula uno de tipo Paasche².

Para Colombia, Huertas (1998) presentó una revisión muy completa de los índices del tipo de cambio real que calcula el Ban-

co de la República y, en particular, de sus ponderaciones y el año base utilizado. El autor menciona que situaciones como la apertura comercial (mediante las reformas arancelarias que ello implicó), el mandato constitucional para que el Banco de la República, como autoridad monetaria se encargue de mantener el poder adquisitivo de la moneda, son hechos que cambiaron definitivamente la actividad comercial en el país.

Tener una metodología para el cálculo del ITCR que represente el comportamiento de la moneda frente a sus divisas es de vital importancia para cualquier economía, ya que le permite a las autoridades económicas contar con un instrumento de diagnóstico de la situación del comercio exterior del país.

En el presente trabajo se realiza el cálculo del ITCR a niveles regional³ y departamental⁴ para el período comprendido entre el primer trimestre de 1980 y el segundo de 2002. La metodología utilizada es la de los índices encadenados. Ésta presenta algunas ventajas frente a la metodología tradicional, las cuales se discutirán más adelante. También se realizan algunos ejercicios estadísticos y econométricos con el fin de establecer si es relevante para Colombia el cálculo de un ITCR regional y/o departamental, y para cuáles de las regiones o de-

² La diferencia entre estos dos índices es que en el de Laspeyres las ponderaciones son fijas y en el de Paasche cambian en el tiempo.

³ La determinación de cada una de las regiones se presenta en la tercera sección, la cual describe la metodología para el cálculo del ITCR regional.

⁴ A pesar de que el ITCR departamental se calcula para cada uno de los departamentos, este sólo se presenta para aquellos en los cuales se tuvo suficiente información que permitiera el cálculo durante todo el período de análisis.

partamentos existe evidencia de intercambiabilidad con el índice nacional⁵.

I. REVISIÓN DE LA LITERATURA

A. Literatura nacional

A nivel nacional el interés de los investigadores económicos por establecer si las condiciones comerciales del mercado interno, en relación con el externo, son tales que permita un análisis con mayor desagregación geográfica, no ha sido muy grande. Esto puede deberse a que Colombia es un país que a pesar de estar abierto al comercio exterior, el volumen transado de productos no tradicionales, es aún bastante inferior como para pensar que exista una gran diversificación del comercio exterior en los distintos departamentos o regiones.

En un trabajo reciente Ibarra (1999) calculó el ITCR a nivel regional para Colombia. El autor evaluó la existencia de diferencias entre los índices regionales y el nacional haciendo uso de información para un período que va desde 1980 hasta 1998. Los resultados encontrados apoyan la existencia de diferencias entre la mayoría de índices regionales y el índice nacional.

B. Literatura internacional

En el ámbito internacional, el tema de los índices regionales de tasa de cambio real se ha estudiado desde hace varios años. En un país como los Estados Unidos el estudio de indicadores a nivel regional ha recibido mucha atención por parte de los investigadores económicos. Una medida del ITCR en las regiones o departamentos es de gran importancia para las auto-

ridades económicas, especialmente las monetarias, debido a la gran relevancia de esta variable en la toma de decisiones de política económica. Estudios recientes han encontrado que en varios países existen diferencias importantes en los patrones de comercio tanto externo

Estudios recientes han encontrado que en varios países existen diferencias importantes en los patrones de comercio tanto externo como interno, que hacen que cada región dentro de un país se comporte y reaccione de forma distinta ante sus diferentes socios comerciales.

como interno, que hacen que cada región dentro de un país se comporte y reaccione de forma distinta ante sus diferentes socios comerciales. A continuación se describen algunos de estos trabajos.

Coughlin *et al.*, (1998) enfocaron su trabajo en dos aspectos. El primero de ellos, tiene que ver con la aplicación de la metodología de los índices encadenados en la construcción de índices de tasa de cambio en los Estados Unidos. El cambio de la metodología de Laspeyres y Paasche

⁵ Para poder establecer esta característica entre los índices desagregados y el índice nacional, se hace uso de lo que se conoce como *regresión ortogonal*, cuya metodología y resultados para los datos colombianos se exponen más adelante.

clásicos a versiones encadenadas, lo sustentaron con la eliminación de la necesidad de escoger un año base. Mostraron las diferencias entre los índices calculados con las dos metodologías y dejaron ver cómo la versión encadenada es una solución al problema de la metodología clásica. El segundo aspecto tiene que ver con la construcción de un índice de la tasa de cambio regional. Los autores plantearon varias justificaciones para el cálculo de este tipo de índices. En primer lugar, el indicador nacional puede no ser una medida que describa con precisión los efectos del cambio en el valor del dólar en las distintas regiones del país. En segundo lugar, se encuentra la proximidad de las regiones a mercados externos particulares, como es el caso de las regiones fronterizas, y finalmente, la diversidad en la composición industrial de las diferentes regiones del país. Los resultados encontrados por los autores indican diferencias significativas de los mercados exportadores entre regiones y, entre el índice de la tasa de cambio real de cada una de ellas y el índice nacional.

Hervey *et al.* (1986) analizaron el índice de tasa de cambio real, a través del comportamiento de la industria manufacturera en la región central de los Estados Unidos, entre 1980 y 1995. El objetivo de los autores consistió en explicar el resurgimiento que experimentó esa región durante dicho período, y corroborar o desmentir la afirmación de algunos

analistas que indicaban que el aumento de la competitividad se debió a la marcada depreciación del dólar. Para resolver este interrogante, los autores calcularon un índice agregado de tasa de cambio real, ponderado por las exportaciones, en ocho regiones de los Estados Unidos. Los resultados encontrados indicaron que, contrario a la opinión de los analistas, la región central experimentó una apreciación de la moneda desde 1988. Esto indica que los productores de bienes manufacturados llegaron a ser ampliamente competitivos dentro de los mercados exportadores durante ese período.

Más recientemente, Corpataux *et al.* (2002) mostraron para Suiza que ante un período de continua apreciación de la moneda, la economía de las regiones evoluciona de modo diferente. Mediante el análisis de los sistemas de producción regional⁶ (RPS por sus siglas en inglés), los autores evaluaron el efecto regional de una apreciación del tipo de cambio para el período de 1975 a 1995. En la primera parte del trabajo se describen algunas de las teorías acerca de la relación entre la tasa de cambio y la dinámica de los sistemas regionales de producción. En la segunda parte, se identificaron en los 11 RPS las principales variables que permiten evaluar el impacto regional de la dinámica en el tipo de cambio. Los autores mostraron que las especializaciones sectoriales, la presencia de firmas grandes y el carácter endógeno de la capacidad de innovación de las industrias, son algu-

⁶ Estos sistemas establecen el grado de especialización industrial de cada región.

nas de las más representativas variables. Los resultados indicaron que en Suiza el ITCR afectó de forma distinta la economía de algunas de las regiones más importantes del país, debido al tipo de especialización y el sector de la actividad económica en la que se especializa cada una de ellas.

II. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL ITCR

Desde hace algún tiempo el Emisor calcula tres índices de la tasa de cambio real. El cálculo se realiza a través de un promedio geométrico ponderado de los ITCR bilaterales con sus principales socios comerciales, correspondientes a aquellos que acumulan el 90% del total del comercio bilateral con Colombia. Estos índices se diferencian en cuanto al tipo de deflatores y ponderaciones utilizadas, así como del número de países incluidos para su cálculo⁷.

La metodología utilizada ha evolucionado de tal forma que siempre se tienen en cuenta las condiciones económicas, nacionales e internacionales. En 1998, el Banco efectuó una revisión de las ponderaciones utilizadas en el cálculo del índice, a propósito de los significativos cambios en la situación económica del país durante la última década. Las refor-

mas arancelarias implementadas durante la apertura comercial, el mandato constitucional al banco central para el mantenimiento del poder adquisitivo de la moneda y todas las consecuencias que de esto se derivan, son algunos de los hechos que llevaron a considerar una revisión de la metodología de cálculo.

A. Índice encadenado de la tasa de cambio real

Durante varios años se ha discutido sobre las virtudes de encadenar, para su construcción, los índices de tasa de cambio real. Por ejemplo, Coughlin *et al.* (1996) plantearon la preocupación acerca de la sensibilidad que presentan los índices cuando estos tienen una base fija, en especial en aquellos casos en los que la economía en general es bastante sensible a las perturbaciones de la economía interna y la externa, caso en el que es difícil tener un criterio adecuado en el escogimiento del año base. Para tal efecto, los autores hicieron una revisión de los *Trade Weighted Exchange Rates* (TWEX) con relación a las metodologías de números índice utilizados, para los casos de los bancos de la Reserva Federal de Atlanta y Dallas, los cuales calculan los índices de Laspeyres y Paasche, respectivamente. Debe recordarse que en el primero de ellos las ponderaciones son fijas, mientras que en el último son variables⁸. Los auto-

⁷ Una descripción más detallada acerca de la construcción y características de cada uno de estos índices se encuentra en Huertas (1998).

⁸ Las fórmulas utilizadas para cada uno de los tipos de índices son:

$$I_t^{\text{Laspeyres}} = 100 * \prod_{i=1}^n \left(\frac{e_{i,t}}{e_{i,R}} \right)^{w_{i,t}} \quad I_t^{\text{Paasche}} = 100 * \prod_{i=1}^n \left(\frac{e_{i,t}}{e_{i,R}} \right)^{w_{i,t}}$$

res indican que en el caso del índice de Laspeyres, el hecho de que las ponderaciones sean fijas limita la capacidad de análisis, ya que la dinámica del comercio varía de un período a otro. En el caso del de Paasche, al actualizar las ponderaciones se está cambiando la historia del índice, de modo que las nuevas ponderaciones pueden llegar a ser más relevantes para períodos actuales y menos en períodos bastante alejados del actual.

Otro asunto que destacaron los autores es el año base de referencia, recordando que con el de Laspeyres, por tener ponderaciones fijas, las variaciones se mantienen, mientras que en el caso del de Paasche las variaciones pueden llegar a cambiar significativamente.

La solución que respecto de estas críticas se ha planteado, es hacer uso de lo que se conoce como índices encadenados. Estos eliminan la necesidad de contar con un año base de comparación. Lo que se tiene implícito en la construcción de este tipo de índice es el vínculo simultáneo de las ponderaciones y de las tasas de cambio. La versión encadenada de estas dos clases de índices que presentaron Coughlin *et al.* (1996) es la siguiente:

$$(1) \quad I_t^{\text{Laspeyres encadenado}} = \prod_{i=1}^n \left(\frac{e_{i,t}}{e_{i,t-1}} \right)^{W_{i,t-1}} * I_{t-1}^{\text{Laspeyres}}$$

$$I_t^{\text{Paasche encadenado}} = \prod_{i=1}^n \left(\frac{e_{i,t}}{e_{i,t-1}} \right)^{W_{i,t}} * I_{t-1}^{\text{Paasche encadenado}}$$

Puede verse que la diferencia entre los dos está en que el de Laspeyres hace uso de las ponderaciones del período anterior.

Con este tipo de solución a los inconvenientes planteados anteriormente, la selección de uno u otro resultaría ser bastante discrecional. Sin embargo, se planteó una solución mediante la utilización de lo que se conoce como *cadena de Fisher*, las cuales resultan ser una combinación de los dos tipos de índices ya planteados:

$$(2) \quad I_t^{\text{Cadena de Fisher}} = \left[\prod_{i=1}^n \left(\frac{e_{i,t}}{e_{i,t-1}} \right)^{W_{i,t-1}} * \left(\frac{e_{i,t}}{e_{i,t-1}} \right)^{W_{i,t}} \right]^{1/2} * I_{t-1}^{\text{Cadena de Fisher}}$$

Lo cual equivale a la siguiente expresión:

$$(3) \quad I_t^{\text{Cadena de Fisher}} = \left[\prod_{i=1}^n \left(\frac{e_{i,t}}{e_{i,t-1}} \right)^{W_{i,t-1} + W_{i,t}} \right]^{1/2} * I_{t-1}^{\text{Cadena de Fisher}}$$

B. Construcción del índice encadenado de la tasa de cambio real para los departamentos y regiones de Colombia

Como se anotó anteriormente, no son pocas las decisiones metodológicas que deben tomarse a la hora de construir un índice de la tasa de cambio real. En primer lugar, el número de socios comerciales que se tendrá en cuenta debe ser tal que represente un porcentaje significativamente alto dentro del total del comer-

La ponderación corresponde a la participación del comercio de cada país, la cual es fija en el primer caso y variable durante todo el período, en el segundo.

cio del país doméstico. Para el caso que nos ocupa, se tuvo en cuenta un total de 20 países⁹, que representa cerca del 90% del comercio global para Colombia¹⁰.

El número de socios comerciales que se tendrá en cuenta debe ser tal que represente un porcentaje significativamente alto dentro del total del comercio del país doméstico. Para el caso que nos ocupa, se tuvo en cuenta un total de 20 países, que representa cerca del 90% del comercio global para Colombia.

En segundo lugar, el escogimiento de las ponderaciones es de gran importancia, y, más aún, para el caso de la construcción de índices de tasa de cambio a niveles departamental y regional, ya que es lo que al final termina creando la diferencia con respecto al índice de tasa de cambio real nacional. Existe la posibilidad de utilizar como ponderador la participación de las exportaciones, importaciones o el comercio total (exportaciones más importaciones). En este caso se considera el comercio total, entre otras razones, para evitar la posibilidad de que alguno de los departamentos por ser, v. gr., importador únicamente, no reporte comercio internacional durante uno o varios períodos de análisis.

En cuanto a la elección del deflactor debe considerarse uno para el país doméstico

y otro para los socios comerciales que participan dentro de la construcción del índice. Para el caso de Colombia, se utiliza el IPP nacional, al igual que para el resto de socios comerciales, excepto Francia, Ecuador y Panamá, para los cuales se utiliza el IPC por no estar disponible la información¹¹. El período de análisis comprende desde el primer trimestre de 1980 hasta el segundo de 2002.

A continuación se presenta la fórmula utilizada para el cálculo del ITCR a niveles regional y departamental:

$$(4) \quad ITCR_{Rt} = \left(\prod_{i=1}^N \left(\frac{\frac{e_t^i}{e_{t-1}^i}}{\frac{P_t/P_t^i}{P_{t-1}/P_{t-1}^i}} \right)^{W_{i,t-1} + W_{i,t}} \right)^{1/2} * ITCR_{R,t-1}$$

En donde:

e_t^i : Corresponde al valor en pesos de la divisa del país i en el momento t .

P_t : Es el IPP de Colombia para el período t .

P_t^i : Es el IPP correspondiente al país i para el período t .

W_{iRt} : Indica la ponderación, representada en la participación comercial del país i en la región R para el período t .

⁹ Los Estados Unidos, Venezuela, Japón, Alemania, Ecuador, Panamá, México, Italia, Brasil, Perú, España, Francia, Reino Unido, Canadá, Bélgica, Suiza, Chile, Argentina, Holanda y Suecia.

¹⁰ Se tiene en cuenta el comercio total sin café ni petróleo

¹¹ La fuente de información es el Banco de la República, excepto la de Bélgica, la cual se tomó de la base de datos de la Universidad de Mc Gill en Canadá.

IV. RESULTADOS DEL ITCR DEPARTAMENTAL Y REGIONAL

A. ITCR departamental

Luego de realizar el cálculo del índice de la tasa de cambio real, se encontró que algunos de ellos en ciertos períodos de tiempo no realizaron ninguna transacción comercial a nivel internacional, ni de importación ni de exportación, de tal manera que para dichos períodos de tiempo no fue posible realizar el cálculo del ITCR¹².

El Anexo 1 muestra el comportamiento de los índices a nivel departamental en comparación con el ITCR nacional. En general, es posible observar que el comportamiento es bastante similar entre ellos. Los períodos de apreciación y depreciación del peso se mantienen para todos los departamentos. El Anexo 2 registra las variaciones anuales de las medias geométricas de los ITCR en donde, por ejemplo, es posible observar la caída del índice en 1992, la cual llevó a una apreciación del peso en la totalidad de los departamentos. A nivel nacional, la apreciación fue del 5,5% en ese año, mientras

El comportamiento de los índices muestra los diferentes períodos en los que estos aumentaron o disminuyeron como, por ejemplo, la caída sostenida del ITCR entre 1992 y 1997, y la recuperación del índice a partir de 1998, que refleja una importante depreciación del peso colombiano.

que Córdoba fue el que sufrió una menor apreciación, ya que resultó en cerca del 0,6%. Por otro lado, el departamento con mayor apreciación fue Cauca, con un 7,2%.

En términos generales, el comportamiento de los índices muestra los diferentes períodos en los que estos aumentaron o disminuyeron como, por ejemplo, la caída sostenida del ITCR entre 1992 y 1997, y la recuperación del índice a partir de 1998, que refleja una importante depreciación del peso colombiano. De modo que la magnitud y período de cambio se mantienen en forma casi generalizada para todos los departamentos.

La matriz de correlaciones¹³ que se expone en el Anexo 3 deja ver desde otra perspectiva, este mismo comportamiento. El Gráfico 1 exhibe cómo el grado de asociación lineal entre los ITCR de los departamentos, comparado con el nacional, se encuentra en un rango mínimo del 53%, con Norte de Santander, y un máximo de 96% con Bogotá. El promedio de las correlaciones de los departamentos con el índice nacional es del 85%.

¹² Los departamentos para los que no fue posible calcular el ITCR para el período completo, son: Arauca, Caquetá, Casanare, Chocó, Guainía, Guaviare, Putumayo, Vaupés y Vichada. Por tal razón, estos no se incluyen en los análisis posteriores del presente documento.

¹³ Las correlaciones reportadas corresponden al crecimiento de los índices, calculados como la primera diferencia del logaritmo de cada uno de ellos.

Gráfico 1
**Correlaciones entre el crecimiento del ITCR
de cada departamento y el nacional**



Fuente: Cálculos del autor con base en datos del Banco de la República y Fondo Monetario Internacional.

A primera vista los gráficos y las correlaciones mostrarían una alta relación entre los índices, es decir, que no parecen existir diferencias tan significativas que permitan afirmar que los índices departamentales y el nacional no sean iguales, pero, como se verá más adelante, pruebas más formales sugieren diferencias entre ellos que justifican la utilización de un ITCR particular para cada departamento.

El siguiente paso fue tratar de establecer si los índices de tasa de cambio real de los departamentos presentan una relación estable de largo plazo con el índice nacional. En el Anexo 4 se registran las pruebas de raíz unitaria¹⁴ sobre los ITCR. Los resultados indican que todos los índices, excepto Cesar, son integrados de orden uno ($I(1)$), o no-estacionarios en sus niveles. Dados estos resultados, se

¹⁴ La prueba de raíz unitaria utilizada para los ITCR es la aumentada de Dickey-Fuller (ADF), (véase Dickey y Fuller, 1981).

procede a realizar las correspondientes pruebas de cointegración¹⁵, con base en la metodología de Johansen (1991), entre cada ITCR departamental y el nacional. El Cuadro 1 muestra los resultados de las pruebas.

Para la selección del rezago óptimo, se calculó la prueba con rezagos de 1 a 6; para los índices de departamentos como Antioquia, Bogotá, Córdoba, Cundinamarca y Valle se encontraron evidencias de una relación estable de largo plazo con el

Cuadro 1
Resultados de las pruebas de cointegración
(ITCR departamentales) 1/

Departamentos	Número		Modelo 2/	Prueba de la traza		Pruebas multivariadas sobre el comportamiento de los residuales			
	Rezagos	Vectores de cointegración		Estadístico 3/	V/r. crítico (10%)	Autocorrelación			Normalidad
						LB (T / 4)	LM (1)	LM (4)	
Amazonas	1-6	0							
Antioquia	6	1	cidrift	8,49	10,49	0,22	0,13	0,31	0,14
Atlántico	1-6	0							
Bogotá	3	1	cimean	5,24	7,52	0,18	0,54	0,10	0,85
Boyacá	1-6	0							
Caldas	1-6	0							
Cauca	1-6	0							
Córdoba	5	1	cidrift	7,29	10,49	0,69	0,38	0,53	0,57
Cundinamarca	6	1	cimean	2,61	7,52	0,10	0,01	0,43	0,91
Hulla	1-6	0							
Guajira	1-6	0							
Magdalena	1-6	0							
Meta	1-6	0							
Nte. Santander	1-6	0							
Quindío	1-6	0							
Risaralda	1-6	0							
Santander	1-6	0							
Sucre	1-6	0							
Tolima	1-6	0							
Valle	5	1	cimean	4,08	7,52	0,01	0,00	0,01	0,67
San Andrés	1-6	0							

1/ Los departamentos no incluidos no se tuvieron en cuenta debido a la insuficiencia de datos para el cálculo del ITCR, excepto para Bolívar y Nariño, para los que se encontró un vector de cointegración, sin embargo la prueba no es concluyente ya que los residuos evidencian problemas de autocorrelación y/o normalidad.

2/ La correspondencia de los modelos incluidos es la siguiente: cimean: tiene en cuenta el intercepto en la relación de largo plazo; drift: considera tendencia lineal determinística en los niveles de las variables, y cidrift: tendencia lineal en el vector de cointegración.

3/ El valor que se reporta corresponde al estadístico revisado por muestra pequeña (Cheung y Lai (1993)).

Fuente: Cálculos del autor con base en datos del Banco de la República y Fondo Monetario Internacional.

¹⁵ Dos variables $I(1)$ están cointegradas si existe una combinación lineal entre ellas que es estacionaria $I(0)$.

índice nacional. En los demás casos reportados no se encontraron evidencias sobre la existencia de vectores de cointegración en ninguno de los seis rezagos considerados. Para el caso de Bolívar y Nariño se halló un vector de cointegración; sin embargo, las pruebas no son concluyentes debido a que los residuos de los modelos presentaron problemas de normalidad y/o autocorrelación.

En resumen, los resultados de las pruebas de cointegración indican que, no obstante los factores que influyen los índices de la tasa de cambio real de Antioquia, Bogotá, Córdoba, Cundinamarca y Valle y el índice nacional no son los mismos, sí lo hacen de forma similar o en períodos de tiempo iguales. Por otro lado, para los departamentos que no resultaron cointegrados, se puede decir que los ITCR de cada departamento, con el nacional, son independientes uno del otro en el largo plazo.

Otro instrumento que puede resultar útil para tratar de establecer la existencia de una relación entre el índice nacional y el de cada departamento es la prueba de causalidad en el sentido de Granger. Dicho contraste permite establecer si el ITCR nacional causa variaciones en el ITCR de cada departamento, o viceversa. El Cuadro 2 deja ver que el ITCR nacional parece estar causando modificaciones en los ITCR de Bogotá, Bolívar, Quindío y Risa-

ralda. De otro modo, el índice nacional parece que lo están causando los del de Atlántico, Bogotá, Bolívar, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Quindío, Risaralda, Sucre, Valle y San Andrés.

Un último criterio que vale la pena evaluar es si algunos de los ITCR departamentales son *intercambiables* con el nacional¹⁶. La metodología aplicada se conoce como *regresión ortogonal*¹⁷, la cual consiste en estimar los coeficientes de una regresión (tanto el intercepto como la pendiente) y realizar una prueba de hipótesis que contraste el hecho de que la pendiente es igual a 1.

En general, esta metodología se desarrolla con el fin de tener en cuenta que las variables utilizadas en ejercicios de regresión presentan errores de medida, así como el supuesto arbitrario con el que se escoge la variable dependiente. La pregunta que se trata de responder finalmente es: ¿diferirían sustancialmente los resultados de una regresión que incluye el ITCR departamental si en lugar de este se utilizara el ITCR nacional? De este modo, si en una regresión ortogonal entre el ITCR nacional y el ITCR de un departamento, no existen evidencias que permitan afirmar que la pendiente calculada es diferente de 1, entonces el índice del departamento es perfectamente intercambiable con el nacional, o lo que es igual, que no habría la necesidad de calcular un

¹⁶ La intercambiabilidad en este sentido se refiere a que la utilización de las dos medidas producirá resultados similares en un modelo de regresión.

¹⁷ Con base en esta metodología, los coeficientes estimados del intercepto y la pendiente se obtienen minimizando la distancia *perpendicular* entre las observaciones y la línea de ajuste, y no la distancia vertical, como en el caso del método de mínimos cuadrados ordinarios.

Cuadro 2
Pruebas de causalidad
(ITCR departamentales)

Región	ITCR nacional no causa en sentido Granger al ITCR del departamento estadístico <i>F</i>	ITCR del departamento no causa en sentido Granger al ITCR nacional estadístico <i>F</i>
Amazonas	0,1447	2,3058
Antioquia	0,9119	1,4708
Atlántico	1,6763	3,6919 1/
Bogotá	5,2149 2/	8,5379 2/
Bolívar	3,9693 2/	11,4506 2/
Boyacá	0,0863	0,2210
Córdoba	2,2235	0,2773
Cundinamarca	1,0128	4,0041 1/
Huila	2,0307	6,5564 1/
Guajira	0,5203	1,8650
Magdalena	2,0145	2,9691 1/
Quindío	2,4103 1/	2,9222 1/
Risaralda	4,9408 1/	10,9291 2/
Sucre	1,2552	4,0655 1/
Valle	1,6671	5,2465 2/
San Andrés	1,4523	5,3649 2/

Nota: Resultados para los siguientes departamentos no se reportan debido a que la especificación para el número de rezagos óptimo presentó problemas de normalidad y/o autocorrelación: Caldas, Cauca, Cesar, Meta, Nariño, Nte. de Santander, Santander y Tolima.

1/ Significancia al 1%.

2/ Significancia al 10%.

Fuente: Banco de la República y cálculos del autor.

índice particular para ese departamento, ya que con el nacional son *sustitutos* en un análisis de regresión.

El Cuadro 3 permite observar los resultados para los coeficientes del intercepto

y la pendiente de un ejercicio que aplica la metodología de *regresión ortogonal*¹⁸. El estadístico de la prueba asintótica¹⁹ que evalúa la hipótesis nula de que $\beta = 1$ se distribuye como una chi-cuadrado con un grado de libertad, de modo que el

¹⁸ En este documento se estiman los coeficientes mediante una versión *ajustada* de los tradicionales coeficientes de *regresión ortogonal*:

$$\hat{\beta} = \frac{\sigma_y^2 - \sigma_x^2 - \sigma_u^2 + \sqrt{(\sigma_y^2 - \sigma_x^2 - \sigma_u^2)^2 + 4\sigma_{xy}^2}}{2\sigma_{xy}}; \hat{\alpha} = \hat{Y} - \hat{\beta}\hat{X}$$

En la versión tradicional del estimador de la pendiente, se omite el término σ_u^2 del cálculo. Para una explicación detallada de la justificación del ajuste, así como de la derivación matemática de los estimadores, véase Dissanaiké y Wang (2003).

¹⁹ La construcción del estadístico se encuentra desarrollada en Jackson y Dunlevy (1988).

Cuadro 3
Resultados del análisis de regresión ortogonal ajustada 1/
 (Departamentos; variable dependiente: ITCR nacional)

Región	Parámetros estimados		Estadístico χ^2 2/
	Intercepto	Pendiente	
Amazonas	(0,00060)	0,5910	67,80
Antioquia	0,19470	0,9579	49,48
Atlántico	0,00181	0,8722	16,98
Bogotá	0,12130	0,9742	21,61
Bolívar	0,00140	0,9206	9,36
Boyacá	0,00044	0,6268	101,76
Caldas	(0,00052)	0,7624	41,10
Cauca	0,00289	0,8351	16,47
Cesar	0,00399	0,4592	118,19
Córdoba	1,81090	0,6146	542,20
Cundinamarca	0,16690	0,9657	13,52
Huila	(0,00039)	0,6833	65,25
Guajira	0,00203	0,7615	54,11
Magdalena	0,00284	0,7769	55,49
Meta	0,00246	0,4202	122,41
Nariño	0,00227	0,4506	101,51
Nte. Santander	0,00290	0,2575	145,31
Quindío	0,00200	0,7535	61,23
Risaralda	0,00061	0,9060	11,72
Santander	0,00068	0,8031	34,57
Sucre	0,00171	0,9197	8,00
Tolima	0,00305	0,7004	63,55
Valle	(0,29540)	1,0616	66,38
San Andrés	(0,00006)	0,9202	7,90

1/ Para los departamentos cuyos índices no resultaron cointegrados con el nacional, la regresión se llevó a cabo con las primeras diferencias de los logaritmos de los índices.

2/ Significancia al 5%.

Fuente: Banco de la República y Fondo Monetario Internacional.

valor crítico para un nivel de significación estadística del 5% es 3,84. Los valores obtenidos para el estadístico indican que para ninguno de los departamentos el ITCR es intercambiable con el nacional. Así, que si se utiliza el ITCR nacional en algún análisis de regresión en lugar del índice del departamento correspondiente, se generarán

resultados significativamente diferentes que si se utilizara su propio índice.

B. ITCR regional

El propósito de esta sección es realizar a nivel regional ejercicios para evaluar la relación entre el ITCR nacional y los ITCR

de cada una de las regiones²⁰. El Anexo 5 muestra los gráficos correspondientes de los ITCR de cada una de las regiones, comparados con el índice nacional. Puede observarse que al igual que los índices departamentales, los regionales presentan un comportamiento similar en cuanto a períodos de apreciación y depreciación del tipo de cambio. Además, la dinámica de los índices parece mostrar una semejanza muy marcada, lo que puede estar indicando que no existen diferenciales importan-

tes que pudieran estar anticipando la justificación del cálculo de un ITCR para cada región. En el Anexo 6 se observa la matriz de correlaciones de los índices de tasa de cambio real regional. El Gráfico 2 indica la correlación entre el índice de cada región y el índice nacional²¹.

Los resultados demuestran que la relación entre estos es mucho más alta y uniforme que en el caso de los departamentos, no sólo con el índice nacional sino entre las

Gráfico 2
Correlaciones entre el ITCR
de cada departamento y el nacional



Fuente: Cálculos del autor con base en datos del Banco de la República y Fondo Monetario Internacional.

²⁰ Las regiones geográficas corresponden a la agregación de los siguientes departamentos: Región Caribe: La Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Cesar, Sucre y Córdoba; Región Centro-Occidente: Antioquia, Caldas, Quindío y Risaralda; Región Centro-Sur: Cundinamarca, Huila y Tolima; Centro-Norte: Nte. de Santander, Santander y Boyacá; Pacífica: Chocó, Valle, Cauca y Nariño; Nuevos Departamentos: San Andrés, Arauca, Casanare, Vichada, Guainía, Meta, Caquetá, Guaviare, Vaupés, Putumayo y Amazonas; Bogotá: Bogotá.

²¹ Las correlaciones reportadas se refieren al crecimiento de los índices, calculado como la primera diferencia del logaritmo de cada uno de ellos.

mismas regiones. La correlación con el índice nacional está en un rango de entre el 77,3% y el 95%, correspondiente a las regiones denominadas Nuevos Departamentos y Central-Occidente, respectivamente, con un promedio del 89,7%. Esto muestra que el grado de asociación lineal es significativamente más alto que en el caso de los departamentos.

Los resultados de la prueba de cointegración²² que muestra el Cuadro 4 dejan ver que los índices de las regiones Caribe, Central-Occidente y Central-Sur, presentan una relación estable de largo plazo con el ITCR nacional. Es decir, que los factores que afecten los índices pueden no ser los mismos, pero sí los están afectando en forma similar, tanto que es posible

afirmar que esta ocurre en el largo plazo. En el caso de estas regiones, los resultados coinciden con las correlaciones calculadas anteriormente, ya que, precisamente, es con el ITCR de estas tres regiones con las que el índice nacional presenta una mayor correlación. Para los ITCR de las regiones Centro-Norte y Nuevos Departamentos, no hay evidencias sobre la existencia de una relación cointegrante con el índice nacional. Para la Región Pacífica, a pesar de haber encontrado indicios acerca de la existencia de un vector de cointegración, la prueba no es concluyente debido a la inadecuada especificación de los residuos.

El Cuadro 5 señala los resultados de las pruebas de causalidad en el sentido de

Cuadro 4
Resultados de las pruebas de cointegración
(ITCR regionales) 1/

Regiones	Número		Modelo 2/	Prueba de la traza		Pruebas multivariadas sobre el comportamiento de los residuales			
	Rezagos	Vectores de cointegración		Estadístico 3/	V/r. crítico (10%)	Autocorrelación		Normalidad	
						LB (T / 4)	LM (1)	LM (4)	
Caribe	5	1	cimean	6,61	7,52	0,58	0,64	0,11	0,87
Central-Occ.	6	1	cidrift	7,95	10,49	0,16	0,10	0,42	0,25
Central-Sur	6	1	cimean	2,91	7,52	0,07	0,01	0,37	0,85
Central-Norte	1-6	0							
Nvos. Deptos.	1-6	0							

1/ Para la Región Pacífica se encontró un vector de cointegración; sin embargo, la prueba no es concluyente debido a que los residuos evidencian problemas de autocorrelación y/o normalidad.
2/ La correspondencia de los modelos incluidos es la siguiente: cimean: tiene en cuenta el intercepto en la relación de largo plazo; drift: considera tendencia lineal determinística en los niveles de las variables, y cidrift: tendencia lineal en el vector de cointegración.
3/ El valor que se reporta corresponde al estadístico revisado por muestra pequeña (Cheung y Lai (1993)).
Fuente: Cálculos del autor con base en datos del Banco de la República y Fondo Monetario Internacional.

²² Las pruebas de raíz unitaria previas a las pruebas de cointegración sobre los ITCR regionales están calculadas y se encuentran en el Anexo 7.

Cuadro 5
Pruebas de causalidad
(ITCR regionales)

	ITCR nacional no causa en sentido Granger al ITCR del departamento estadístico <i>F</i>	ITCR del departamento no causa en sentido Granger al ITCR nacional estadístico <i>F</i>
Caribe	3,7126 1/	4,5718 1/
Central-Occidente	4,1692 1/	6,8416 2/
Central-Sur	1,1546	4,3240 1/
Pacífica	3,0772 1/	10,3095 2/

1/ Significancia al 10%.

2/ Significancia al 1%.

Fuente: Banco de la República y cálculos del autor.

Granger²³, las cuales indican que, excepto para la Región Central-Sur, el índice nacional parece estar causando los índices regionales. Del mismo modo, hay evidencias acerca de la causalidad que existe desde los índices regionales hacia el índice nacional.

Finalmente, y luego de realizar la estimación de los parámetros de regresión ortogonal, se hacen las pruebas de hipótesis correspondientes para tratar de establecer si los índices de tasa de cambio de cada región son intercambiables por el nacional²⁴. Los resultados se presentan en el Cuadro 6.

Los resultados indican que en ninguno de los casos²⁵ el ITCR es intercambiable por

el de alguna de las regiones, lo cual puede observarse en el valor del estadístico.

IV. CONCLUSIONES

El tema central de este documento ha sido analizar la pertinencia del cálculo de indicadores macroeconómicos a nivel departamental y/o regional, particularmente en lo relacionado con el sector externo. En este caso, a través de algunos ejercicios estadísticos y econométricos, se advierte evidencia sobre la relevancia para las autoridades monetarias en Colombia, de contar con un índice de tasa de cambio real para cada departamento o región. Se hace uso tanto de herramientas sencillas como los

²³ Resultados para la Región nuevos departamentos no se reportan debido a que no fue posible encontrar una especificación adecuada en los residuos del modelo.

²⁴ Debe recordarse que para ello se realiza una prueba de hipótesis que contraste el hecho de que pendiente es igual a 1 bajo la hipótesis nula.

²⁵ Debe tenerse en cuenta que el valor crítico de una chi-cuadrado con 1 grado de libertad es 3.84.

Cuadro 6
Resultados del análisis de regresión ortogonal ajustada
 (Regiones; variable dependiente: ITCR nacional)

Región	Parámetros estimados		Estadístico χ^2 (*)
	Intercepto	Pendiente	
Caribe	(0,48590)	1,1026	121,53
Central-Occidente	0,20990	0,9545	50,09
Central-Sur	0,14780	0,9701	11,16
Central-Norte	0,00045	0,6687	45,45
Pacífica	0,00027	0,9099	6,33
Nvos. Departamentos	0,00086	0,6481	30,43

(*) Significancia al 10%.

Fuente: Banco de la República, Fondo Monetario Internacional y cálculos del autor.

coeficientes de correlación simple, como de algunas otras, un poco más complejas, como los vectores autorregresivos y regresión ortogonal.

Para tal fin, se construyeron los índices de tasa de cambio real a nivel departamental y regional, haciendo uso de la metodología de índices encadenados, específicamente de la llamada *cadena de Fisher*, la cual es una combinación de los índices encadenados del tipo Laspeyres y Paasche. Con este tipo de metodología se elimina, en primer lugar, la necesidad de contar con un año base de referencia, y en segundo lugar, la dificultad de escoger discrecionalmente entre un índice encadenado del tipo Laspeyres o uno del tipo Paasche.

A primera vista los resultados encontrados a nivel departamental, cuando se comparan los gráficos del ITCR nacional *vs.*

los ITCR departamentales, parecen no mostrar diferencias significativas. Sin embargo, las pruebas de cointegración señalan que tan solo en cuatro departamentos se puede decir que existe evidencia sobre una relación estable de largo plazo. Las pruebas de causalidad de Granger indican que los ITCR de otros cuatro departamentos parecen estarse causando por el ITCR nacional, mientras que el índice de 11 de ellos parece estar causando el índice nacional. En el caso de la prueba de intercambiabilidad de los índices, la regresión ortogonal muestra que en ningún caso los ITCR son intercambiables con el índice nacional.

Al nivel regional los resultados encontrados parecen indicar una mayor homogeneidad en el comportamiento de los índices. Por ejemplo, existen evidencias de que al menos tres de las cinco regio-

nes presentan una relación estable de largo plazo con el índice nacional. Además, las correlaciones entre el crecimiento del índice nacional y el de cada una de las regiones estuvo entre el 77% y el 95%. De este modo, a nivel regional, el índice de tasa de cambio real parece tener un comportamiento más homogéneo que para el caso de los departamentos.

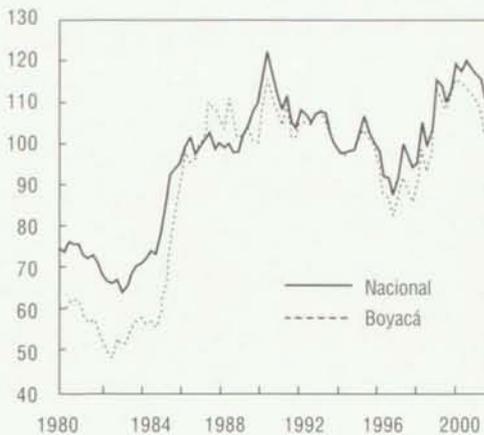
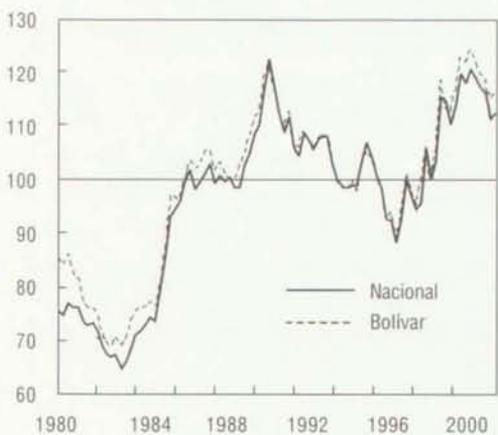
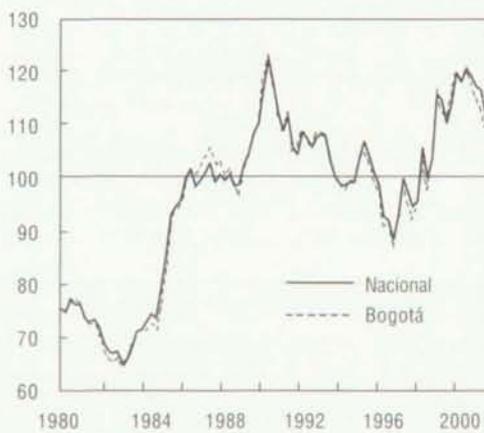
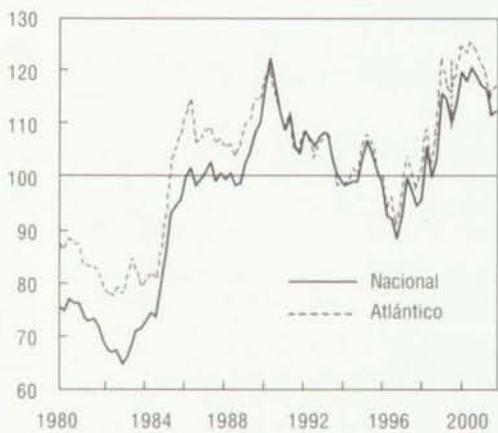
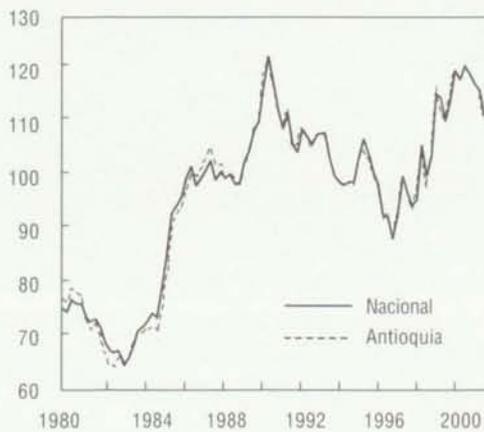
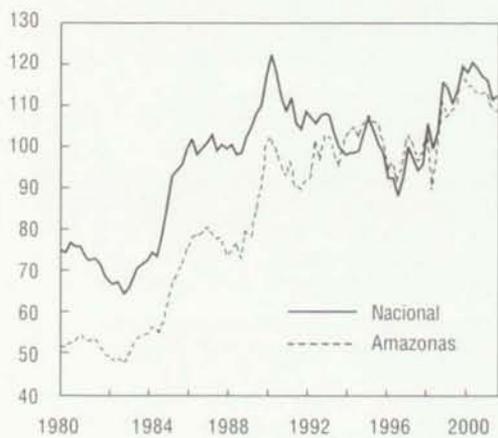
Parece claro que los resultados están mostrando la necesidad del uso de un indicador económico de comercio exterior de los departamentos y las regiones, acorde con cada una de sus características y necesidades particulares y no sólo un índice agregado que da una visión demasiado general del comportamiento del comercio exterior de Colombia.

REFERENCIAS

- Arias, Andrés; Zuleta, Hernando (1997). "Tasa de cambio real e inversión: la experiencia de 1990-1996", en Borradores de Economía, *Banco de la República*, No. 76, julio.
- Branson, W.; Love, J. (1987). "The Real Exchange Rate and Employment in U.S. Manufacturing: State and Regional Results", en Documentos de trabajo, *NBER*, No. 2435, noviembre.
- Carlino, Gerald; Cody, Brian; Voith, Richard (1989). "Regional Impacts of Exchange rate Movements", en Documentos de trabajo, Federal Reserve Bank of Philadelphia, No. 90, Vol. 6, octubre.
- _____; _____; _____ (1989). "The Effects of Exchange Rate and Relative Productivity Changes on US Industrial Output at the State Level", en *Urban Studies*, No. 2, octubre, pp. 219-232.
- Cheung, Yin-Wong; Lai, Kon S. (1993). "Finite-Sample Sizes of Johansen's Likelihood Ratio Tests for Cointegration", en *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 55, pp. 313-328.
- Corpataux, Jose; Crevoisier, Oliver; Thierstein, Alain (2002). "Exchange Rate and Regional Divergences: The Swiss Case", en *Regional Studies*, No. 6, agosto, pp. 611-626.
- Coughlin, Clethus; Pollard, Patricia; Betts, Jerram, "To Chain and Not to Chain Trade-Weighted Exchange Rate Indexes", en *Documento de trabajo*, núm. 1996-010C, Federal Reserve Bank of St. Louis, agosto de 1996.
- _____; _____ (1998). "Constructing and Using National and Regional TWEXS: The Case for Chaining", en Documento de trabajo, *Federal Reserve Bank of St. Louis*, No. 1998-012A, septiembre.
- Dickey, David A.; Fuller, Wayne A. (1981). "Likelihood Ratio Statistics for Autorregressive Time Series with a Unit Root", en *Econometrica*, Vol. 49, julio, pp. 1057-1072.
- Dissanaike, Gishan; Wang, Shiyun (2003). "A Critical Examination of Orthogonal Regression and an Application to Tests of Firm Size Interchangeability", University of Cambridge-Judge Institute of Management y University of Sheffield-Management School, julio, mimeo.
- Hervey, Jack; Strauss, William (1996). "A Regional Export-Weighted Dollar: A Diferent Way of Looking at Exchange Rate Changes", en *Federal Reserve Bank of Chicago*, Documento de trabajo, septiembre.
- Huertas, Carlos (1998). "Índice de la tasa de cambio real del peso colombiano. Revisión de ponderaciones y cambio de base", en *Revista del Banco de la República*, No. 849, julio, pp. 56-79.
- Ibarra, Armando, "Índice encadenado de la tasa de cambio real regional ponderado por el comercio de exportación", en *Documento de trabajo*, Banco de la República, junio de 1999.
- Jackson, John D.; Dunlevy, James A. (1988). "Orthogonal Least Squares and the Interchangeability of Alternative Proxy Variables in the Social Sciences", en *The Statistician*, Vol. 37, pp. 7-14.
- Johansen, Soren, "Estimation and Hipotesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models", en *Econometrica*, Vol. 59, pp. 1551-1580.
- Koretz, Gene (1988). "Hill U.S. Facories Need Another Exchange-Rate Fix?", en *Business Week*, agosto 8, pp. 18.

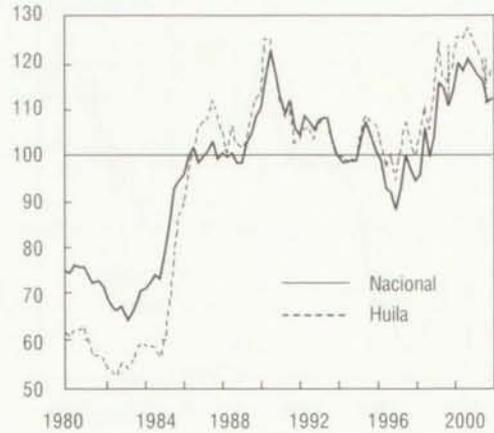
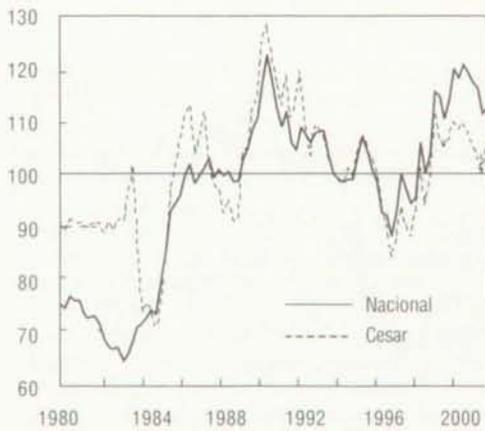
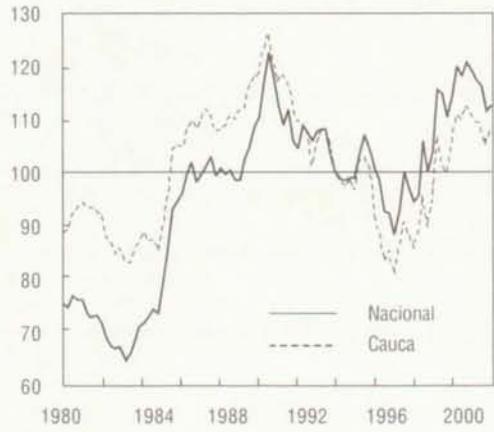
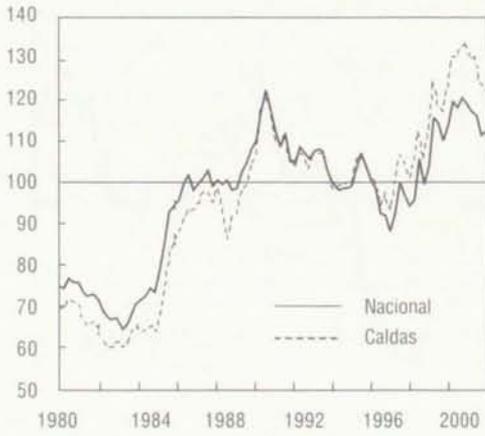
Anexo 1

Índice de la tasa de cambio real para los departamentos y el total nacional



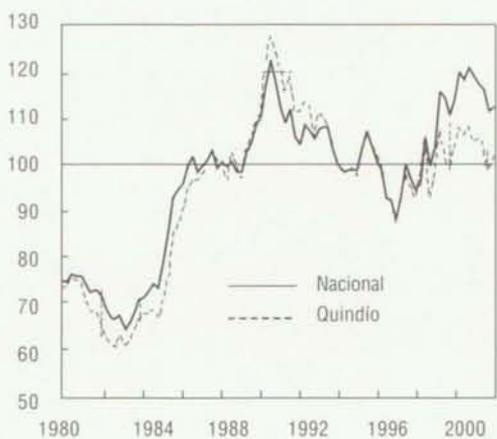
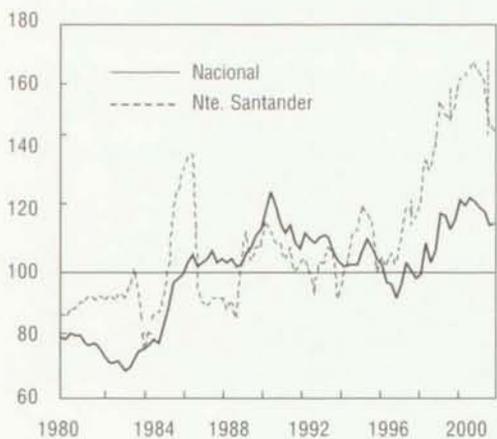
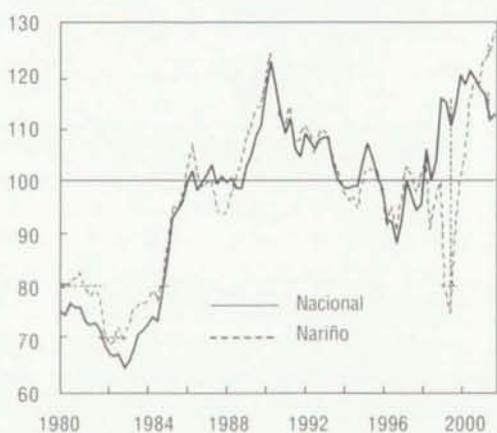
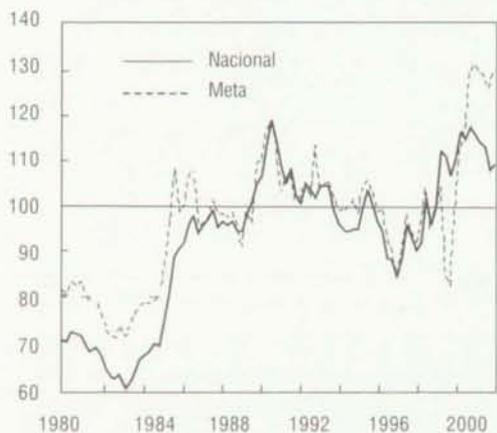
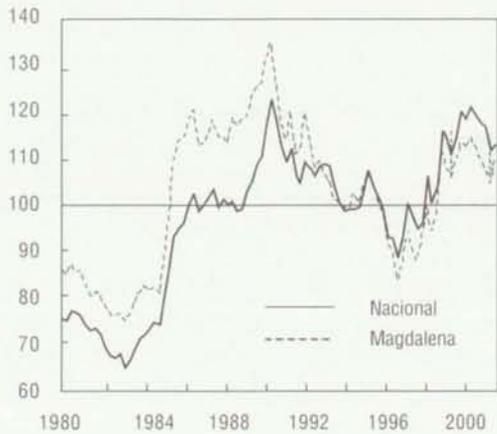
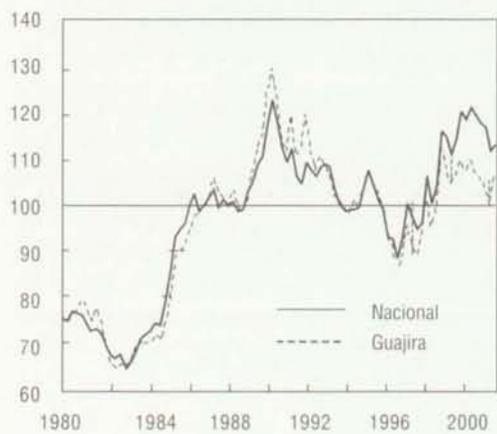
Anexo 1

Índice de la tasa de cambio real para los departamentos y el total nacional (continuación)



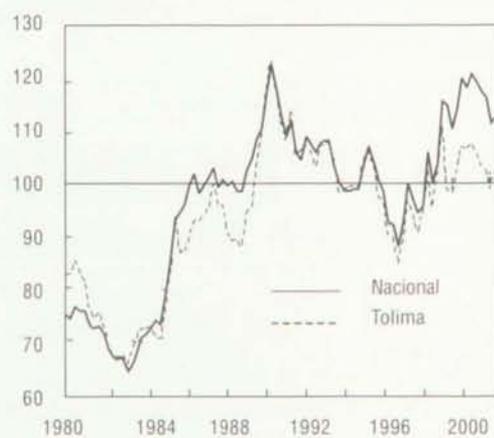
Anexo 1

Índice de la tasa de cambio real para los departamentos y el total nacional (continuación)



Anexo 1

Índice de la tasa de cambio real para los departamentos y el total nacional (continuación)



Fuente: Cálculos del autor con base en información del Banco de la República y Fondo Monetario Internacional.

Anexo 2

Variaciones anuales de la media geométrica

(ITCR departamentales)

Año	Nacional	Amazonas	Antioquia	Atlántico	Bogotá	Bolívar	Boyacá	Caldas	Cauca	Cesar	Córdoba	C/marca	Huila
1981	(0,023)	0,024	(0,055)	(0,038)	(0,035)	(0,082)	(0,031)	(0,046)	0,029	0,000	0,003	0,001	(0,046)
1982	(0,073)	(0,070)	(0,098)	(0,061)	(0,086)	(0,089)	(0,132)	(0,084)	(0,062)	(0,005)	(0,066)	(0,036)	(0,088)
1983	(0,027)	(0,005)	(0,001)	0,020	(0,015)	0,002	0,043	0,002	(0,038)	0,058	(0,006)	0,024	0,030
1984	0,086	0,111	0,074	0,004	0,078	0,075	0,078	0,046	0,038	(0,192)	0,033	0,036	0,060
1985	0,140	0,096	0,122	0,119	0,126	0,122	0,123	0,122	0,073	0,065	0,133	0,130	0,126
1986	0,191	0,223	0,211	0,219	0,214	0,168	0,435	0,240	0,140	0,322	0,415	0,182	0,420
1987	0,026	0,084	0,066	(0,021)	0,058	0,045	0,109	0,071	0,030	(0,020)	0,141	0,020	0,155
1988	(0,004)	(0,043)	(0,015)	(0,015)	(0,011)	(0,024)	0,053	(0,028)	(0,013)	(0,099)	(0,003)	0,001	(0,032)
1989	0,010	0,011	(0,002)	0,011	(0,016)	0,023	(0,037)	0,022	0,035	0,023	(0,019)	0,007	(0,009)
1990	0,134	0,227	0,140	0,090	0,146	0,120	0,026	0,179	0,079	0,228	0,192	0,145	0,145
1991	(0,015)	0,020	(0,016)	(0,038)	(0,017)	(0,026)	0,020	(0,002)	(0,026)	(0,017)	(0,042)	(0,025)	(0,058)
1992	(0,055)	(0,051)	(0,054)	(0,056)	(0,055)	(0,054)	(0,044)	(0,057)	(0,072)	(0,041)	(0,006)	(0,060)	(0,069)
1993	0,008	0,107	0,002	(0,002)	0,008	0,004	0,031	0,002	(0,039)	(0,056)	(0,026)	0,023	0,017
1994	(0,069)	(0,009)	(0,068)	(0,058)	(0,070)	(0,071)	(0,066)	(0,056)	(0,054)	(0,064)	(0,071)	(0,052)	(0,058)
1995	0,021	0,052	0,012	0,040	0,017	0,016	0,007	0,029	0,001	0,031	0,055	0,022	0,027
1996	(0,033)	(0,033)	(0,030)	(0,034)	(0,043)	(0,027)	(0,046)	(0,030)	(0,094)	(0,027)	(0,042)	(0,034)	0,004
1997	(0,057)	(0,046)	(0,047)	(0,036)	(0,053)	(0,042)	(0,091)	(0,006)	(0,057)	(0,113)	(0,119)	(0,042)	(0,025)
1998	0,054	0,030	0,048	0,056	0,046	0,053	0,036	0,064	0,046	0,044	0,047	0,046	0,036
1999	0,103	0,018	0,097	0,104	0,117	0,098	0,147	0,092	0,095	0,107	0,099	0,104	0,101
2000	0,068	0,112	0,081	0,074	0,081	0,085	0,087	0,086	0,085	0,047	0,030	0,078	0,059
2001	0,025	0,006	0,025	0,016	0,005	0,026	(0,006)	0,053	0,040	(0,008)	0,001	0,021	0,022

Año	Guajira	Magdalena	Meta	Nariño	Nte. de Santander	Quindío	Risaralda	Santander	Sucre	Tolima	Valle	San Andrés
1981	0,019	(0,040)	(0,017)	(0,005)	0,047	(0,056)	(0,015)	(0,010)	(0,017)	(0,078)	(0,009)	(0,037)
1982	(0,120)	(0,060)	(0,091)	(0,104)	0,007	(0,108)	(0,110)	(0,041)	(0,050)	(0,103)	(0,094)	(0,071)
1983	(0,025)	(0,009)	0,010	0,011	0,041	0,004	0,006	0,016	(0,025)	(0,015)	0,007	0,001
1984	0,064	0,066	0,065	0,070	(0,133)	0,078	0,078	0,033	0,065	0,058	0,076	0,084
1985	0,112	0,144	0,183	0,101	0,216	0,101	0,124	0,132	0,093	0,126	0,117	0,133
1986	0,191	0,249	0,106	0,178	0,332	0,238	0,216	0,224	0,155	0,101	0,164	0,198
1987	0,083	(0,018)	(0,055)	(0,004)	(0,319)	0,083	0,050	(0,082)	0,006	0,069	0,037	0,057
1988	0,002	0,006	0,005	(0,050)	(0,011)	0,003	(0,015)	(0,009)	0,003	(0,027)	(0,018)	(0,007)
1989	0,003	0,036	(0,027)	0,111	0,113	0,014	(0,025)	0,010	0,042	(0,013)	0,008	0,018
1990	0,182	0,086	0,188	0,117	0,110	0,157	0,101	0,120	0,058	0,235	0,130	0,081
1991	(0,027)	(0,078)	(0,054)	(0,034)	(0,034)	0,023	(0,017)	0,001	(0,053)	(0,003)	(0,014)	(0,024)
1992	(0,029)	(0,048)	(0,045)	(0,045)	(0,055)	(0,065)	(0,058)	(0,056)	(0,047)	(0,059)	(0,057)	(0,055)
1993	(0,047)	(0,060)	0,041	(0,006)	(0,004)	(0,029)	0,013	0,000	0,002	0,002	0,005	0,018
1994	(0,076)	(0,066)	(0,064)	(0,074)	(0,015)	(0,081)	(0,059)	(0,053)	(0,083)	(0,061)	(0,058)	(0,074)
1995	0,028	0,033	0,026	(0,016)	0,167	0,016	0,023	0,044	0,003	0,024	0,025	0,003
1996	(0,032)	(0,049)	(0,040)	(0,004)	(0,096)	(0,021)	(0,067)	(0,046)	(0,015)	(0,056)	(0,034)	0,005
1997	(0,095)	(0,097)	(0,076)	(0,018)	0,043	(0,069)	(0,037)	(0,032)	(0,027)	(0,067)	(0,031)	(0,039)
1998	0,040	0,042	0,059	0,048	0,127	0,055	0,047	0,055	0,061	0,056	0,050	0,026
1999	0,105	0,113	(0,002)	(0,095)	0,169	0,023	0,116	0,121	0,084	0,067	0,085	0,134
2000	0,035	0,071	0,064	0,002	0,086	0,040	0,096	0,093	0,086	0,015	0,083	0,108
2001	(0,005)	0,009	0,266	0,300	0,054	0,019	0,017	0,028	0,036	0,015	0,039	0,003

Fuente: Cálculos del autor con base en información del Banco de la República y Fondo Monetario Internacional.

Anexo 3
Matriz de correlaciones
(ITCR departamentales)

	Nacional	Amazo- nas	Antio- quia	Atlántico	Bogotá	Bolívar	Boyacá	Caldas	Cauca	Cesar	Córdoba	C/marca	Huila
Nacional	1,00												
Amazonas	0,74	1,00											
Antioquia	0,95	0,80	1,00										
Atlántico	0,91	0,72	0,92	1,00									
Bogotá	0,96	0,79	0,99	0,92	1,00								
Bolívar	0,94	0,75	0,97	0,93	0,96	1,00							
Boyacá	0,84	0,65	0,88	0,79	0,88	0,81	1,00						
Caldas	0,86	0,77	0,92	0,86	0,89	0,91	0,73	1,00					
Cauca	0,84	0,63	0,87	0,85	0,86	0,88	0,73	0,80	1,00				
Cesar	0,70	0,57	0,71	0,82	0,73	0,69	0,60	0,68	0,62	1,00			
Córdoba	0,85	0,63	0,87	0,79	0,89	0,82	0,86	0,72	0,75	0,70	1,00		
C/marca	0,93	0,79	0,95	0,96	0,96	0,94	0,82	0,89	0,87	0,80	0,83	1,00	
Huila	0,84	0,71	0,91	0,83	0,90	0,87	0,88	0,81	0,79	0,65	0,89	0,87	1,00
Guajira	0,89	0,67	0,92	0,83	0,93	0,87	0,84	0,77	0,78	0,71	0,93	0,87	0,85
Magdalena	0,90	0,63	0,91	0,88	0,91	0,90	0,83	0,77	0,82	0,72	0,92	0,88	0,84
Meta	0,67	0,63	0,68	0,66	0,68	0,68	0,53	0,64	0,59	0,51	0,56	0,69	0,57
Nariño	0,66	0,56	0,71	0,68	0,68	0,72	0,56	0,68	0,70	0,51	0,59	0,70	0,66
Nte. de Santander	0,53	0,33	0,47	0,73	0,48	0,50	0,38	0,49	0,49	0,65	0,36	0,63	0,39
Quindío	0,89	0,75	0,94	0,86	0,93	0,89	0,87	0,82	0,83	0,69	0,87	0,90	0,89
Risaralda	0,93	0,77	0,97	0,91	0,97	0,94	0,89	0,89	0,87	0,69	0,83	0,94	0,88
Santander	0,89	0,71	0,88	0,96	0,89	0,88	0,77	0,82	0,82	0,78	0,75	0,95	0,79
Sucre	0,92	0,73	0,93	0,90	0,92	0,94	0,81	0,84	0,85	0,67	0,79	0,92	0,82
Tolima	0,85	0,74	0,91	0,84	0,90	0,90	0,72	0,87	0,79	0,65	0,77	0,89	0,79
Valle	0,93	0,79	0,97	0,94	0,96	0,97	0,81	0,93	0,89	0,71	0,79	0,96	0,86
San Andrés	0,92	0,74	0,94	0,90	0,94	0,95	0,86	0,81	0,84	0,68	0,83	0,92	0,89

	Guajira	Magda- lena	Meta	Nariño	Nte. de Santander	Quindío	Risaralda	Santander	Sucre	Tolima	Valle	San Andrés
Nacional												
Amazonas												
Antioquia												
Atlántico												
Bogotá												
Bolívar												
Boyacá												
Caldas												
Cauca												
Cesar												
Córdoba												
C/marca												
Huila												
Guajira	1,00											
Magdalena	0,92	1,00										
Meta	0,60	0,65	1,00									
Nariño	0,65	0,66	0,79	1,00								
Nte. de Santander	0,39	0,52	0,41	0,38	1,00							
Quindío	0,88	0,85	0,63	0,72	0,43	1,00						
Risaralda	0,88	0,87	0,66	0,68	0,49	0,91	1,00					
Santander	0,79	0,87	0,67	0,67	0,79	0,83	0,88	1,00				
Sucre	0,85	0,90	0,67	0,72	0,52	0,86	0,91	0,89	1,00			
Tolima	0,82	0,80	0,75	0,72	0,45	0,85	0,88	0,81	0,82	1,00		
Valle	0,87	0,86	0,72	0,76	0,55	0,90	0,96	0,91	0,93	0,92	1,00	
San Andrés	0,88	0,89	0,63	0,67	0,43	0,88	0,92	0,86	0,93	0,82	0,92	1,00

Fuente: Banco de la República y Fondo Monetario Internacional, y cálculos del autor.

Anexo 4

Pruebas de raíz unitaria sobre el ITCR departamental

Regiones y Departamentos 1/	Rezagos		Determinísticas		Orden de integración
	Número	Corr. serial 2/	Estadístico	Valor crítico al 5%	
Caribe					
Nacional	3	0,20	-1,50	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
La Guajira	3	0,71	-1,60	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Magdalena	3	0,71	-1,88	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Atlántico	4	0,64	-1,99	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Bolívar	3	0,78	-1,45	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Cesar	3	0,47	-3,21	$\tau\mu = -2,89$	I(0)
Sucre	3	0,82	-1,60	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Córdoba	3	0,80	-1,59	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Centro-Occidente					
Antioquia	3	0,35	-1,40	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Caldas	0	0,69	-0,87	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Quindío	4	0,21	-1,66	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Risaralda	3	0,27	-1,53	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Centro-Sur					
Cundinamarca	5	0,37	-1,54	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Huila	7	0,90	-1,96	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Tolima	0	0,71	-1,36	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Bogotá					
Bogotá	3	0,29	-1,49	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Centro-Norte					
Nte. Santander	0	0,31	-1,63	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Santander	4	0,46	-1,84	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Boyacá	3	0,29	-1,49	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Pacífica					
Valle	3	0,43	-1,35	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Cauca	3	0,75	-2,04	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Nariño	3	0,64	-1,62	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Nvos. Deptos.					
San Andrés	3	0,60	-1,39	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Amazonas	0	0,23	-1,23	$\tau\mu = -2,89$	I(1)
Meta	0	0,67	-1,44	$\tau\mu = -2,89$	I(1)

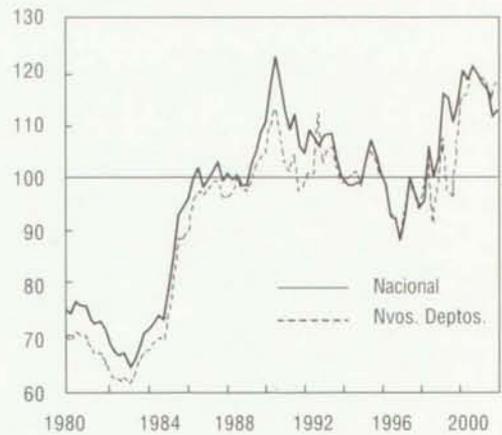
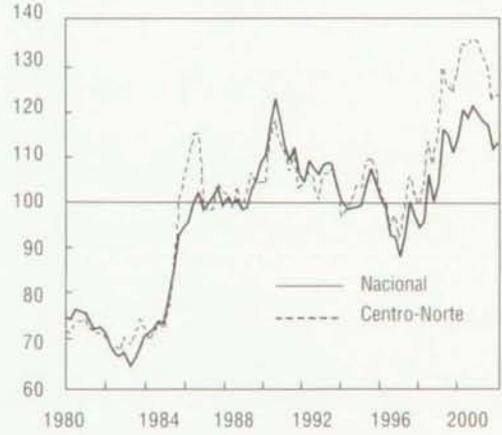
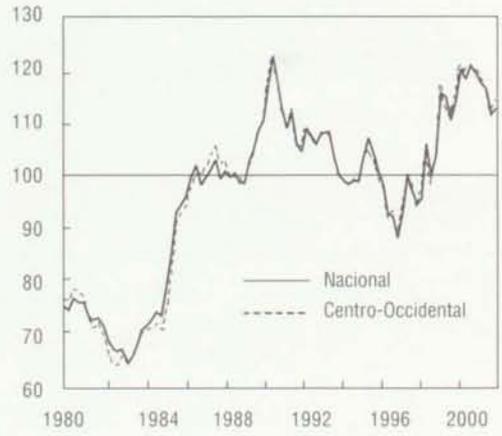
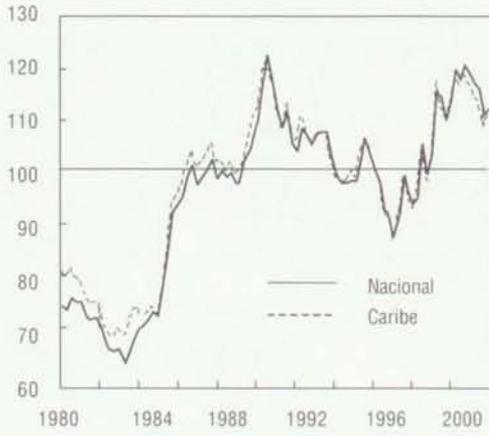
1/ Debido a la insuficiencia de datos, no fue posible realizar las pruebas para los siguientes departamentos: de la Región Pacífica: Chocó; de los Nuevos Departamentos: Arauca, Casanare, Vichada, Guainía, Caquetá, Guaviare, Vaupés y Putumayo.

2/ Corresponde al *p-value* del estadístico Ljung-Box de autocorrelación en el rezago T/4.

Fuente: Cálculos del autor con base en información del Banco de la República y Fondo Monetario Internacional.

Anexo 5

Índice de la tasa de cambio real para las regiones y el total nacional



Fuente: Cálculos del autor con base en información del Banco de la República y Fondo Monetario Internacional.

Anexo 6
Matriz de correlaciones
ITCR regionales

	Nacional	Caribe	Centro -Occidente	Centro -Sur	Centro -Norte	Pacífica	Nuevos Deptos.
Nacional	1,000						
Caribe	0,949	1,000					
Centro-Occidente	0,950	0,972	1,000				
Centro-Sur	0,938	0,971	0,963	1,000			
Centro-Norte	0,846	0,880	0,832	0,895	1,000		
Pacífica	0,928	0,950	0,973	0,961	0,843	1,000	
Nuevos Deptos.	0,773	0,796	0,812	0,785	0,647	0,817	1,000

Fuente: Cálculos del autor con base en información del Banco de la República y Fondo Monetario Internacional.