

**¿CUÁLES SON LOS DETERMINANTES DE LA TASA DE CAMBIO REAL
EN COLOMBIA PARA EL PERIODO 1985-2005?**

**MARIA ADELAIDA FRANCO
200210034003**

**TATIANA MONTOYA
200210046003**

**ASESOR:
FRANCISCO IVÁN ZULUAGA DIAZ**

**UNIVERSIDAD EAFIT
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
MDEDELLIN
2006**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	6
1. UN ACERCAMIENTO A LA TASA DE CAMBIO COLOMBIANA	9
1.1. EVOLUCIÓN DEL TIPO DE CAMBIO EN COLOMBIA.....	11
2. MARCO TEÓRICO	17
3. EL MODELO BÁSICO	22
3.1. FORMALIZACIÓN DEL MODELO	23
3.2. EQUILIBRIO GENERAL DEL MODELO	27
3.3. EQUILIBRIO A LARGO PLAZO	29
4. METODOLOGÍA ECONOMETRICA	35
4.1. MODELO DE CORRECCIÓN DE ERRORES VEC Y TEORÍA DE COINTEGRACIÓN	35
5. VERIFICACIÓN EMPÍRICA PARA COLOMBIA	40
5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS.....	40
5.2. ENFOQUE DE SOREN JOHANSEN	42
5.3. ANALISIS MACROECONÓMICO DE LAS VARIABLES	50
5.3.1. Crecimiento económico	51
5.3.2. Tasa de interés externa	54
6. CONCLUSIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. SIGNOS ESPERADOS EN EL MODELO	41
TABLA 2. PRUEBA DE RAÍCES UNITARIAS EN NIVELES: METODOLOGÍA DICKY FULLER.....	43
TABLA 3. ESTIMACIÓN POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS	44
TABLA 4. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE RETARDOS ÓPTIMOS	46
TABLA 5: SUGERENCIA PARA LA ESPECIFICACIÓN DEL TEST DE COINTEGRACIÓN.....	47
TABLA 6. ECUACIÓN DE COINTEGRACIÓN	48
TABLA 7. ECUACIÓN DEL VEC.....	49

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
GRÁFICO 1. ÍNDICE DE TASA DE CAMBIO REAL BASE (1994=100).....	13
GRÁFICO 2. DIAGRAMA DE FASES DEL MODELO DE BUITER Y MILLER	34
GRÁFICO 3. ESTIMACIÓN DE LA TASA DE CAMBIO REAL.....	44
GRÁFICO 4. CRECIMIENTO DEL PIB VS TCR.....	51
GRÁFICO 5. TASA DE INTERÉS EXTERNA	54

RESUMEN

La investigación propuesta busca, mediante la aplicación del modelo de desbordamiento propuesto por Buitier y Miller (1981) encontrar las variables causales de la Tasa de Cambio Real en Colombia para el período 1985–2005. A través de los resultados se encuentra una relación inversa entre el PIB y la tasa de cambio real, hecho que no es congruente con la teoría económica planteada por Buitier y Miller (1981); razón por la cual, este modelo captura parcialmente la dinámica de la tasa de cambio real colombiana. Se encuentra además que existe relación tanto de largo como de corto plazo y el corto plazo fluctúa en torno al estado estacionario corrigiendo en cada periodo un 0.11% del error. Con el fin de explicar los resultados se recurre a las teorías postmodernas que sostienen que un crecimiento basado en competitividad puede ser posible en presencia de revaluación; ya que las industrias exportadoras cuentan con otro tipo de ventajas competitivas diferentes al tipo de cambio. También se evidencia en el modelo como las decisiones de política internacional inciden sobre la dinámica de las principales variables, en este sentido un incremento de la tasa de interés externa, produce fuga de capitales dando lugar a una devaluación de la moneda.

Por último es importante tener en cuenta que el modelo planteado al ser una abstracción de la realidad presenta un problema por omisión de variables razón por la cual se propone para futuros estudios tomar una base de variables independientes más amplia. Dado esto aún no son claros los determinantes de la TCR para la economía colombiana debido a que los modelos son reducidos y no superan una caminata aleatoria en términos de predicción.

Palabras claves: Tasa de Cambio Real; Cointegración

INTRODUCCIÓN

La tasa de cambio de un país respecto a otro, en forma simple, se constituye en el precio de una unidad de moneda extranjera expresada en términos de la moneda nacional. Así, en el entorno económico surge como elemento fundamental para el análisis de la situación cambiaria de un país, ya que dada su evolución los agentes forman sus expectativas de comportamiento futuro de la misma; de ahí que tomen decisiones de inversión en activos externos o compra de bienes extranjeros. Además, es vital para cualquier economía que tenga relaciones internacionales con otros países o que se encuentre en proceso inclusión en el mercado internacional, en la medida en que ella determina buena parte de la capacidad competitiva para superar exitosamente los retos que la internacionalización y la globalización imponen, así como también para promover la expansión de los sectores productores.

En el caso colombiano, la tasa de cambio real ha sido motivo de discusión a lo largo de la historia dada la incidencia de su comportamiento en el manejo de las principales variables macroeconómicas, entre ellas la inflación dado que un mayor nivel de tasa de cambio incrementa las expectativas de inflación. Este hecho se ve evidenciado especialmente, a la luz de que bajo períodos de apreciación del peso respecto al dólar, las ventas externas de Colombia se ven afectadas al volver los productos del país menos competitivos, vía precio, en los mercados internacionales perturbando, de esta manera, la actividad económica nacional. Esta situación lleva a pensar en la necesidad de establecer claramente, bajo un contexto teórico y empírico, los determinantes que influyen en el comportamiento de la tasa de cambio real en la economía colombiana para el periodo 1985-2005¹. En este trabajo se intentó determinar

¹ Este periodo se toma dado que en este espacio de tiempo se desarrollan la mayor parte de trabajos debido a la disponibilidad de los datos y a la inclusión de las cuatro estrategias principales de política cambiaria desarrolladas en Colombia.

los factores que inciden sobre la tasa de cambio real a partir de replicar el modelo económico de Buitier y Miller (1981) para la economía colombiana en el periodo 1985-2005, mediante la aplicación de la teoría de cointegración de Johansen (1989). En el desarrollo del ejercicio se encontró que existe una relación de cointegración de la tasa de cambio real con respecto a la tasa de interés externa y la producción. Este hecho indica que existe una relación estable en el largo plazo entre las variables pero dicha relación no se ajusta al modelo de Buitier y Miller (1981) dado que al estudiar la pertinencia de los coeficientes se encuentra una relación inversa entre el PIB y la tasa de cambio real, hecho que no es congruente con la teoría económica planteada.

De otro lado se estimó el Vector Corrector del Error (VEC), donde se encuentra la existencia de una relación estable entre las variables propuestas por Buitier y Miller (1981), ello se afirma a partir del resultado del modelo encontrado donde se observa una convergencia hacia el equilibrio en el corto plazo. La velocidad de ajuste permite analizar y afirmar lo anterior.

Luego se analiza la pertinencia del modelo desarrollando un análisis que explica la tendencia cuadrática y la relación inversa entre la tasa de cambio real y el PIB. De este modo la tendencia hace alusión a los efectos de productividad que el modelo no recoge mientras que la relación inversa del PIB se basa en teorías postmodernas que sostienen que un crecimiento basado en competitividad puede ser posible en presencia de revaluación; pues las industrias exportadoras cuentan con otro tipo de ventajas competitivas diferentes al tipo de cambio. De otro lado, la revaluación cambia la estructura de importaciones por bienes de mayor valor agregado y mejora los términos de intercambio.

Adicionalmente, todas las decisiones de política internacional inciden sobre la dinámica de las principales variables, en este sentido un incremento de la tasa

de interés externa, produce fuga de capitales dando lugar a una devaluación de la moneda.

Con todos los resultados obtenidos, se concluye que el modelo desarrollado presenta un error de especificación por omisión de variables, razón por la cuál es necesario tener en cuenta variables adicionales que permitan recoger la dinámica del tipo de cambio en Colombia y que a su vez estén sustentadas por la teoría económica. Entre ellas pueden considerarse: los términos de intercambio, la deuda externa, entre otros.

El trabajo se encuentra organizado en seis secciones. En primera instancia, se expone un acercamiento a la definición de tasa de cambio y su comportamiento en Colombia a la luz de los distintos regímenes adoptados y la influencia de las decisiones de política de los presidentes que se encuentran en este período. A continuación se muestra el marco teórico revisado. En la tercera sección se presenta el desarrollo del modelo económico tomado de referencia, y luego se explica la metodología econométrica implementada. Finalmente se muestra la verificación empírica del modelo en el caso colombiano y se concluye.

1. UN ACERCAMIENTO A LA TASA DE CAMBIO COLOMBIANA

Una aproximación a la definición de tasa de cambio real (TCR), exhibe que ésta refleja el verdadero poder de compra de la moneda nacional frente a una o varias monedas extranjeras, en otras palabras, se puede definir como el producto entre la tasa de cambio nominal (TCN) –quien tiene en cuenta la inflación interna y la inflación de los países con los cuales se tienen relaciones comerciales – y la relación de precios en el exterior (P^*) y en Colombia (P), como se expone a continuación:

$$EC\ 1.1 \quad TCR = TCN \frac{P^*}{P}$$

De igual forma, otra definición para la tasa de cambio real, es que refleja la relación de los precios relativos entre los bienes transables y no transables. Dicha tasa, manifiesta el grado de revaluación o devaluación de una moneda, junto con la competitividad de los precios de los productos de un país frente a los productos extranjeros.

Un argumento que permite comprender el comportamiento de la tasa de cambio, es la ley de precio único (law of one price). La cuál establece que en un momento determinado, un bien debe tener el mismo precio de mercado si es comparado entre países vecinos, donde los costos de transporte, de manejo y de transacción sean insignificantes. De ahí que, con la misma cantidad de dinero, se tenga la posibilidad de comprar lo mismo en cualquier lugar. Esta ley es válida cuando los costos involucrados son cero y se trata del mismo bien; de no cumplirse, el lugar donde el precio sea superior perdería todo el mercado. No obstante, en la práctica la ley de precio único no se cumple, de un lado porque los costos asociados a cualquier producto no son cero y, de otro, porque el valor percibido entre los consumidores revela sus preferencias por un producto de un país, aún siendo similar a otro. La paridad de poder adquisitivo,

PPA, se constituye en una extensión al tema de competitividad entre países, estableciendo una comparación entre el precio de canastas de bienes de distintos países.

Existen tasas de cambio para la misma moneda pero en diferentes expresiones. En algunos casos, por ejemplo, puede obedecer a la compra de dólares exclusivamente o en otros a la venta del mismo. A su vez, es probable que un país tenga varias tasas de cambio con respecto a diferentes monedas extranjeras dependiendo de la composición de su comercio o mercados financieros; por ejemplo, en el caso de la Unión Europea existe una tasa de cambio de euros por dólar pero también una de euros por yen. Es de resaltar, que las posibles tasas de cambio que se encuentren en un mercado corresponden, a una relación donde al menos una de las monedas involucradas es de aceptación internacional. En Colombia la tasa de cambio se encuentra relacionada con respecto al dólar, que corresponde a la moneda de su principal socio comercial.

Históricamente, la tasa de cambio surge en 1944 en la conferencia de *Bretton Woods* donde las principales potencias mundiales se reunieron para organizar un sistema monetario internacional que redujera los problemas de tipos de cambios que aparecieron durante la Segunda Guerra Mundial. Allí se acordó ligar el valor de sus monedas al valor del dólar estadounidense que dependía, a su vez, de la cantidad de oro que se podía comprar con ese dólar. La Reserva Federal reinició su política monetaria expansiva mientras tanto, Europa y Japón, aplicaron políticas más holgadas, hechos que hicieron posible su recuperación en detrimento de la balanza comercial Estadounidense. Así pues, estos países se encontraron con que los dólares de sus reservas nacionales se encontraban sobrevaluados razón por la cual, empezaron a vender dólares a la Reserva Federal a cambio de lingotes de oro ocasionando una fuerte reducción de las reservas internacionales junto con un déficit persistente de la balanza de pagos, que condujo a una devaluación e hizo que se perdiera la confianza que se tenía en dicha moneda. Por estas razones,

para 1973 Estados Unidos promovió una política activa a favor de tipos de cambios flexibles que permitieran que el valor de las monedas quedara determinado por la interacción de la oferta y la demanda.

Existen diferentes regímenes para el manejo de la tasa de cambio, desde una tasa controlada hasta una libre. De un lado, cuando la tasa de cambio es flotante el mercado establece su nivel y el banco central es sólo uno de los participantes del mercado. Al otro extremo, se encuentran los esquemas de control de tipo de cambio que pueden tomar diferentes matices, desde una tasa totalmente fija hasta una cuyo ajuste se realiza gradual o periódicamente (gota a gota). En este caso, el desempeño del banco central en el mercado es mucho más activo, ya que el control de cambios requiere que compre moneda extranjera para subir el nivel de la tasa de cambio o que venda para bajarlo. En el caso de la economía colombiana, el control y manejo de la tasa de cambio ha tenido modificaciones a lo largo de la historia, en detalle se analizan a continuación cada uno de estos regímenes.

1.1. EVOLUCIÓN DEL TIPO DE CAMBIO EN COLOMBIA

La tasa de cambio real es una variable que responde a choques externos y a cambios en la política económica. Por lo cuál, su dinámica puede ser explicada también desde el punto de vista de las decisiones de manejo de política económica, que los distintos mandatarios del país han adoptado con el fin de cumplir los objetivos de su gobierno.

Para empezar, el período objeto de interés de este trabajo corresponde a 1985-2005, lo cual permite iniciar el análisis con las decisiones de política de gobierno de Belisario Betancur (1982-1986), quién elevó los aranceles y aceleró la devaluación con el objeto de recuperar la competitividad del país, llegando a una devaluación de 50% en 1985. En esta época habían restricciones a la tenencia de dólares por parte del público, además la tasa de cambio era manejada por el sistema de mini devaluaciones, dictadas por el

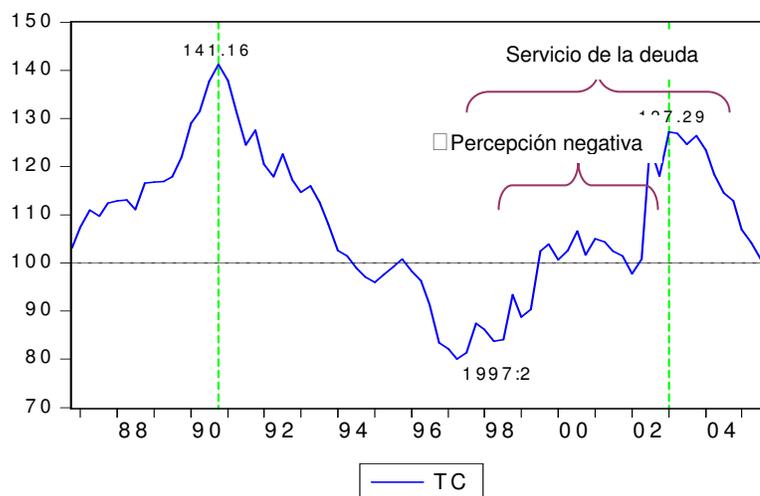
Ministerio de Hacienda, también conocido como crawling peg; había un mercado oficial conformado por el Banco de la República, y uno paralelo (informal) del cuál se tiene pocos registros. Por su parte, la administración Barco (1986-1990) continuó con la política de devaluación alta que presentó una aceleración al final del período (ver gráfico1), pese a la alta inflación interna, dicha acción favoreció considerablemente la competitividad de las exportaciones.

Durante 1990, las autoridades económicas decidieron llevar a cabo un manejo dinámico de la tasa de cambio. Así comenzó una liberalización de la tasa de cambio en varias etapas, como consecuencia de la modernización del sistema financiero en términos del marco legal con la ley 9 de 1991. En primera instancia, se abolieron las restricciones a la tenencia de dólares de manera que se amplió el mercado cambiario, aunque el Banco mantenía cierto grado de intervención. En esta época, la administración Gaviria (1990-1994) emprendió un programa de apertura en paralelo con una acentuada revaluación, lo que significa que mientras se abría la economía a la competencia extranjera, la competitividad interna caía jalonada por el deterioro en los términos de intercambio que perjudicaron cada vez en mayor medida los ingresos de los exportadores.

Durante la administración Samper (1994-1998) se estableció una banda cambiaria móvil compuesta por un piso y un techo, dentro de la cuál podía oscilar la tasa de cambio sin intervención de la autoridad monetaria. En 1998 la crisis de los tigres asiáticos generó pánico financiero y ocasionó una salida masiva de capitales; adicionalmente, en 1999 se abandona el sistema de bandas y se opta por un sistema de libre flotación de la tasa de cambio, excepto por la posibilidad de intervención discrecional del Banco de la República. Esto, sumado al manejo ortodoxo del Banco de la República ocasionó mayor devaluación hasta llevar la tasa de cambio a un nivel alto al final de la administración Pastrana (1998-2002).

Durante lo corrido de la administración Uribe se ha perdido competitividad pues la tasa de cambio se a revaluado a pesar de la baja inflación doméstica; este fenómeno se ha presentado por la decisión de la FED de mantener la tasa de interés en niveles bajos, adicionalmente el precio favorable de los commodities a contribuido a mantener un flujo de capitales estable hacia los países productores de este tipo de bienes; Colombia en particular se ve favorecido por el precio del café y de las flores. A partir de 2004 el Banco de la República abandonó su política de libre mercado y volvió a la costumbre de intervenciones frecuentes, logrando moderar la tendencia a la caída en la tasa de cambio nominal.

Gráfico 1. Índice de tasa de cambio real base (1994=100)



Fuente: Banco de la República

Dado que la tasa de cambio puede ser asimilada como el precio del mercado de divisas y, al igual que cualquier otro precio, responde a la oferta y demanda de divisas, en el caso colombiano, es complejo determinar la oferta y la demanda, ya que hay muchos agentes en el mercado y ninguna de ellos tiene una clara posición dominante². Algunos de los participantes son: el narcotráfico, el Banco de la República, el gobierno, los empresarios, la

² Alonso C. y Cabrera (2004) en su trabajo "La tasa de cambio Nominal en Colombia", identifican claramente quiénes compran y venden dólares y con qué fin.

ciudadanía en general (incluyendo los colombianos en el exterior o extranjeros en Colombia).

Uno de los participantes en el mercado, el narcotráfico, ha tenido una importancia permanente desde la década de los ochenta; ya que su efecto ha sido siempre de aumentar la oferta de divisas y por ésta vía reducir la tasa de cambio. En sentido contrario, se encuentra otro factor: la deuda pública externa que experimentó un aumento como proporción del PIB (1997-2003), y por tanto una ampliación en el servicio de la deuda. La dinámica de la relación se centra en el hecho de que el aumento de la deuda externa, tiende a elevar la tasa de cambio por la mayor demanda de dólares por parte del gobierno para su pago (ver gráfico 1). Otro aspecto, no menos importante, es la percepción de un significativo aumento en las actividades guerrilleras y en el riesgo para la población civil, el cuál influyó en el alza de la tasa de cambio desde 1998 hasta el inicio de 2002. A raíz de este hecho los inversionistas buscaron poner a salvo sus activos sacándolos del país lo cuál implicaba comprar grandes cantidades de dólares.

El movimiento ascendente en la tasa de cambio, se acentuó desde la elección del presidente Uribe en mayo de 2002 hasta comienzos del 2003, donde comenzó a declinar. Una explicación posible para el ascenso es que los empresarios y la ciudadanía en general presintieron un aumento en la incertidumbre y en el riesgo de hacer negocios; percepción no sólo generada por los anuncios del momento sobre guerra total contra la guerrilla, sino también por los mensajes que salían del gobierno sobre la necesidad de imponer más impuestos. En el gráfico 1 se marca esta situación. Lo que sucedió estos hechos, fue un cambio de percepción, dado que la ciudadanía notó una mejora en las condiciones de seguridad al comenzar a operar el plan de seguridad democrático, dando resultados sin que se presentara un conflicto armado. El anterior efecto de la notoriedad de las FARC se moderó contribuyendo a disminuir la presión sobre el dólar. En el mismo sentido actuó la estabilización del servicio de la deuda que se dio a partir de 2003. En

resumen, desaparecidos los factores que empujaban la tasa de cambio al alza, quedó el efecto del narcotráfico que la empujaba hacia abajo y los factores externos.

En 2004, el peso colombiano se apreció, en gran parte debido al aumento de las entradas netas de capitales (de inversión extranjera directa y movimientos de activos); la mejora de los términos de intercambio y los mayores volúmenes de las exportaciones y remesas. En el año, el tipo de cambio nominal disminuyó un 8,7% en comparación con el 2003. La autoridad monetaria adoptó medidas para reducir el ritmo de apreciación del peso, entre estas medidas, se cuenta un incremento de la compra de divisas en el mercado interno; el freno a la monetización de recursos provenientes de créditos externos; la exigencia a los bancos de mayor respaldo en dólares para sus pasivos en esa moneda; la reducción del monto máximo de divisas que se pueden transportar físicamente; la suspensión de la compra de billetes a los intermediarios del mercado cambiario, y la baja, de 75 puntos básicos, de su tasa de intervención. “... el Banco compró US\$2.905 millones (m), y aumentó las reservas internacionales en cerca de 25%. Gracias a esta política se evitó una mayor apreciación del peso que habría tenido efectos negativos sobre aquellas actividades económicas expuestas a la competencia internacional y sobre la sostenibilidad misma del crecimiento en el mediano plazo. Esto se hizo sin afectar el cumplimiento de la meta de inflación”³

“La revaluación de 2003-2005 se explica por la fuerte devaluación de la tasa de cambio real del dólar debido al incremento de la inversión en papeles financieros denominados en otras monedas”; así pues, “obedece a factores externos asociados con los desequilibrios macroeconómicos y las bajas tasas de interés en los Estados Unidos. Pero otra parte se explica por la mejora en los términos de intercambio, el aumento en la demanda mundial, la mejora en el nivel de confianza y el diferencial de tasas de interés a favor de inversiones de títulos de deuda pública. Todos estos factores generan incertidumbre

³ Informe de la Junta Directiva del Banco de la Republica al Congreso, marzo de 2005.

entorno a su naturaleza y persistencia imponiendo retos a la política monetaria.”

En el año 2005, el Banco de la República continuó con la compra discrecional de dólares, para controlar la baja del tipo de cambio. En junio de este mismo año, simplificó el régimen cambiario e hizo más transparente el suministro de liquidez. En el primer semestre de 2005, la tasa de cambio nominal fue de alrededor de 2.350 pesos por dólar, lo que representa una apreciación del peso del 3% respecto a diciembre del año inmediatamente anterior.

2. MARCO TEÓRICO

Los economistas generalmente coinciden en que la tasa de cambio real (TCR) es un precio relativo importante en la economía. A través de sus variaciones afecta los flujos de comercio, la cuenta corriente de la balanza de pagos, el nivel de composición de la producción y el consumo, la asignación de recursos y el empleo. Siendo un precio relativo, la tasa de cambio real es una variable que responde a las variaciones de las variables que explican su comportamiento.

Un aspecto importante, a saber, el bajo poder de los modelos teóricos disponibles para explicar de forma sistemática el comportamiento de las tasa de cambio nominal, y su bajo poder de predicción, provocaron la aparición de diferentes propuestas en la década de los noventa que aún no proveen un gran adelanto entorno a los determinantes de las principales monedas del mundo. Dentro de las investigaciones desarrolladas para la economía colombiana, se tiene a Herrera (1989), quien propone estudiar la incidencia de variables nominales y reales sobre la trayectoria del tipo de cambio real en Colombia en el período 1970-1988, basado en los planteamientos teóricos de Obstfeld. M. Empleando un sistema de estimación de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), se encontró que la devaluación nominal tuvo un efecto importante sobre el tipo de cambio real durante este período. Otras variables, de tipo real, que resultaron altamente significativas fueron el gasto de consumo de las administraciones públicas, el endeudamiento externo del sector privado, la tasa de interés real, la variación en los términos de intercambio y el efecto-ingreso asociado con el cambio en los precios relativos que una devaluación o una revaluación real implica.

De acuerdo a los argumentos que el autor expone, el impacto inicial de una devaluación nominal es el de un aumento en el tipo de cambio real instantáneo,

pero al año siguiente parte de este efecto se pierde; pero, en la medida en que los precios internos se ajustan, y los salarios reaccionan, se genera una presión a la revaluación en términos reales. De otro lado, la variable gasto del gobierno afecta el tipo de cambio real a través de dos canales: el primero de ellos es, directamente, debido a la inflación generada por un mayor nivel de gasto en bienes no transables. Originando así presiones a la revaluación de la tasa de cambio real. El segundo canal incorpora fuerzas que actúan indirectamente sobre el tipo de cambio real. El mayor gasto del gobierno en la medida en que conduce a un deterioro en la cuenta corriente, y por tanto a una disminución en los activos externos netos del país, produce un efecto riqueza negativo que debe frenar el gasto. En esta forma se genera una tendencia a la devaluación real.

Los términos de intercambio (el cociente entre los precios de las exportaciones y los precios de las importaciones), en la medida en que influyan sobre la riqueza, tienen efectos sobre el gasto y así afectan la tasa de cambio real en la economía. En cuanto a la variable tasa de interés real, un aumento de ésta desestimula el gasto presente en favor del gasto futuro, lo cuál presiona el tipo de cambio hacia una devaluación en términos reales, al disminuir la presión de demanda sobre la oferta de bienes en el corto plazo.

Algunos puntos de este modelo que merecen un estudio más detallado son los siguientes: en primer lugar, "...estudiar con mayor detenimiento la especificación del modelo aquí utilizado, ya que los residuos de las regresiones parecen indicar que puede existir algún problema de este tipo. En segundo término debe tratarse de construirse una serie trimestral del gasto público para estimar el modelo con base en datos trimestrales lo que, sin duda, permitirá hacer un análisis dinámico más estructurado. Finalmente, es necesario hacer compatibles los resultados encontrados en este trabajo con los de otros estudios que demuestran que el tipo de cambio real sigue una trayectoria aleatoria"⁴.

⁴ Herrera, S (1989). "¿Sigue la Tasa de Cambio Real una trayectoria Aleatoria? Pág. 18

Estudios posteriores encontraron aspectos igualmente interesantes a los de Herrera (1989), pero que no mejoran las falencias que presenta el modelo. Entre ellos se encuentran Calvo, Reinhart y Vega (1994) quienes encontraron que la trayectoria del tipo de cambio real es independiente de los cambios permanentes del ritmo de devaluación.

Ocampo y Gómez (1997) mostraron que la revaluación del tipo de cambio real que se presentó en el período 1990-1995 se explica por la reducción del ritmo de devaluación nominal, la mejora de los términos de intercambio y los flujos de capitales. Por otra parte encontraron que la política cambiaria podía tener efectos permanentes sobre el tipo de cambio real.

Calderón (1997) por su parte estimó un modelo de tipo de cambio real de equilibrio y encontró que los determinantes de la revaluación real para la década de los noventa fueron: el aumento del gasto público y los incrementos de productividad del sector transable del país y del resto del mundo con respecto al sector no transable colombiano. Carrasquilla y Arias (1997) construyeron un modelo intertemporal el cual explicaba la revaluación del peso durante los noventa en el efecto oro negro, el aumento relativo de la productividad de los sectores transables y no transables, el incremento del gasto público y el choque de las preferencias. Así mismo, en este año Arias y Zuleta desarrollaron un trabajo “Tasa de cambio real e inversión. La experiencia de 1990-1996”, que les permite atribuir a los factores reales el fuerte proceso de apreciación de la tasa de cambio real en este periodo (corto plazo) a través un modelo de optimización intertemporal que considera bienes de inversión tanto transables como no transables.

Moreno (2002), construyó un modelo de tipo de cambio real siguiendo los desarrollos de la escuela Neokeynesiana. En el modelo obtenido, demuestra una relación de cointegración entre las variables, concluyendo que “la aceleración de la devaluación tiene efectos positivos sobre la variación del tipo

de cambio real, mientras que los flujos de capital aprecian la tasa después de tres períodos. El término de error indica que las desviaciones del tipo de cambio real con respecto a su nivel de equilibrio se corrigen en el período siguiente. Un aumento de los términos de intercambio tiene afectos negativos sobre dicha tasa.”⁵ Así, este modelo atribuye la apreciación del tipo de cambio real a los cambios en los términos de intercambio, la apertura de la economía, los flujos de capitales y la aceleración de la devaluación nominal. También concluye que la devaluación es una variable exógena débil, por tanto la estimación del parámetro del modelo condicional no requiere la información del modelo marginal, debido a que el modelo que mejor predice el comportamiento de la tasa de cambio real es una caminata aleatoria; con esto, el modelo es bueno para la inferencia estadística pero no las proyecciones ni la simulación de políticas.

Patiño y Alonso (2005) analizaron cuatro modelos teóricos con el fin de encontrar los determinantes fundamentales de la tasa de cambio nominal en Colombia, al mismo tiempo examinaron sus capacidades para predecir el comportamiento de la tasa de cambio (dentro de la muestra) durante el periodo 1984:I-2004:I. En dicho estudio emplearon los enfoques monetarios de precios rígidos (Dornbusch (1976), Frankel (1979)) y de productividad (Balassa-Samuelson). También se analiza un modelo compuesto que involucra el diferencial de productividad y el efecto de balance de portafolio. Las tres especificaciones propuestas son comparadas con la capacidad predictiva de un camino aleatorio y la condición de la paridad del poder adquisitivo (PPP). Por medio de las pruebas de cointegración de Engle y Granger (1987) y de Johansen (1988) determinaron que existe una relación de largo plazo entre las variables y por lo tanto es posible estimar las especificaciones propuestas por medio del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Además compararon la capacidad predictiva de dichos modelos con un camino aleatorio. Las medidas que emplearon para evaluar los pronósticos fueron la

⁵ Patiño, Alonso (2005). Determinantes de la Tasa de Cambio Nominal en Colombia: Evaluación de pronósticos. Pág. 21

raíz cuadrática del error de pronóstico (rms) y el coeficiente de desigualdad de Theil; mediante este análisis determinaron que ningún modelo logra superar los pronósticos obtenidos a través del camino aleatorio, pero logran explicar los movimientos de la tasa de cambio. A partir de estos resultados surge la necesidad de emplear especificaciones no lineales que logren captar las asimetrías presentes en el mercado de divisas.

En **2005** Observatorio de Coyuntura Macroeconómico de la Universidad Externado de Colombia presenta en su trabajo “Sobre los determinantes de la tasa de cambio real de Equilibrio” para el período que comprende el primer trimestre de 1987 hasta el tercer trimestre de 2004, dos ejercicios para encontrar las variables que afectan esta variable: el primero, siguiendo los planteamientos de Balassa y Samuelson y el segundo (el más importante de este trabajo) los de Jerome Stein sobre la NATREX (Natural Real Exchange Rate). Siguiendo el modelo NATREX, la tasa de cambio real de equilibrio de largo plazo para una economía pequeña y abierta como la colombiana, dependería de la productividad, la frugalidad, los términos de intercambio, y el diferencial de tasas de interés reales interna y externa. es importante señalar que las variables elegidas para representar los fundamentos de la tasa de cambio real, presentan una alta volatilidad en el período de análisis, particularmente, el crecimiento del PIB externo. Esto trae como consecuencia que la trayectoria de largo plazo de la tasa de cambio real no sea suave. Para la estimación del modelo se utilizó la metodología de johansen (método de máxima verosimilitud); además las variables se tomaron en logaritmos y se les adicionó una unidad.

3. EL MODELO BÁSICO

La motivación de este modelo es la existencia de rigideces de precios en el corto plazo y, mercados que se ajustan con lentitud y gradualmente específicamente, el mercado de bienes en una economía pequeña y abierta. Mientras que la velocidad de ajuste del mercado de divisas es instantánea. En este sentido, Dornbusch (1976) hace uso de estas características keynesianas introduciéndolas en los modelos monetarios de determinación del tipo de cambio, argumentando que las diferentes velocidades de ajuste de los mercados originan una sobrerreacción del tipo de cambio nominal a corto plazo lo que explica, en cierta medida, la inestabilidad observada en los tipos de cambio. El análisis del desbordamiento del tipo de cambio, propuesto por Dornbusch (1976), es retomado y desarrollado posteriormente por diferentes autores. Buitter y Miller (1981) proponen una extensión del modelo básico donde se pretende analizar la dinámica del tipo de cambio real (competitividad de la economía) y stock real del dinero, cuando se instrumenta una política contraccionista antiinflacionaria, con el fin de reducir la cantidad nominal del dinero. La versión básica más sencilla se expone a continuación.

SUPUESTOS

1. *Economía pequeña y abierta.* Al modelar una economía pequeña la ventaja es que las variables internacionales se consideran exógenas.
2. *Equilibrio permanente en el mercado monetario.* Implica la existencia de equilibrio entre oferta y demanda de saldos monetarios reales, gracias a que la tasa de interés interna experimenta un ajuste inmediato.
3. *Se cumple la hipótesis de paridad descubierta de intereses.* Implica que el diferencial de los tipos de interés nominales, se traduce en expectativas de apreciación y depreciación de la moneda nacional, en el corto plazo. En este sentido, la tasa de cambio se ajusta de tal manera

que no haya posibilidad de arbitraje, lo cual indica implícitamente que los agentes son neutrales al riesgo país y además se da una perfecta movilidad de capitales. Mientras que la paridad del poder adquisitivo únicamente es vigente en el largo plazo.

4. *Lento ajuste en el mercado de bienes.* Imperfección en el mercado de bienes ya que existen rigideces que hacen que los precios respondan en forma gradual, no inmediata, a los excesos de oferta o demanda. Dado esto es fácil intuir que el tipo de cambio a corto y mediano plazo esta regido por la velocidad de ajuste de precios.

5. *La economía se encuentra en el nivel de pleno empleo.*

La exposición del modelo, en este trabajo denominado modelo básico, a diferencia de la presentación original de Dornbusch (1976), considera las variables del modelo en términos reales y, adicionalmente consideran la dinámica de los precios en presencia de una inflación tendencial en la economía. De otro lado, como en el modelo de Dornbusch todas las variables, con excepción de las tasas de interés y la depreciación esperada, están en logaritmos para facilitar el desarrollo matemático de las ecuaciones y el planteamiento de las relaciones de corto y largo plazo.

A continuación, se presenta la formalización del modelo derivado de los supuestos que en un principio se plantearon.

3.1. FORMALIZACIÓN DEL MODELO

La formalización de las hipótesis presentadas es:

- *Equilibrio permanente en el mercado monetario*

$$(1) \quad \underbrace{m - p}_{\text{Oferta real del dinero}} = \underbrace{\psi \bar{y} - \alpha i}_{\text{Demanda real de dinero}} \quad \psi > 0 ; \alpha > 0$$

Donde,

m : crecimiento nominal del dinero.

p : nivel de precios internos.

\bar{y} : Producto de pleno empleo.

i : tasa de interés interna.

ψ : sensibilidad de la demanda de dinero ante variaciones en el ingreso.

α : sensibilidad de la demanda de dinero ante variaciones en la tasa de interés.

El stock real de dinero de la economía está dado por $l = m - p$

- *Ecuación de ajuste de los precios*

$$(2) \quad \dot{p} = \mu(y - \bar{y}) + \pi \quad \mu > 0 ; \pi > 0$$

Donde,

μ : velocidad de ajuste del mercado de bienes.

π : Tasa de crecimiento de los precios o inflación tendencial

Este modelo supone que aunque no existen excesos de demanda en el mercado de bienes, por ser el nivel de producción equivalente al nivel de pleno empleo ($y = \bar{y}$), los precios crecen a una tasa π , que además se supone igual al crecimiento nominal del dinero.

Sin embargo, en este mercado pueden registrarse desequilibrios transitorios dado que se asume que los precios no reaccionan en el corto plazo, en contraposición con el mercado de activos, donde la tasa de interés y el tipo de cambio se ajustan en todo momento para asegurar el equilibrio⁶.

⁶ Este supuesto no es necesario para garantizar el *overshooting* del tipo de cambio (García-Cobián (2003), simplemente con el hecho de que los precios se ajusten más lentamente que el tipo de cambio es suficiente. Cabe precisar que Dornbusch (1976) ya lo había señalado, aunque en su presentación opta por la simplificación al asumir precios fijos en el corto plazo.

Por otro lado, la demanda agregada de bienes viene determinada por:

$$(3) \quad d = y = \beta_1(s - p + p^*) - \beta_3(i - \dot{p}) \quad \beta_1 > 0 ; \beta_3 > 0$$

Donde,

s: tasa de cambio nominal.

p*: nivel de precios foráneos.

\dot{p} : Nivel de precios internos observados.

i: tasa de interés interna.

β_1 : Elasticidad de la demanda agregada respecto a la tasa de cambio real.

β_3 : Elasticidad de la demanda agregada respecto a la tasa de interés real.

La ecuación (3) representa la demanda agregada de bienes, la cuál depende directamente del tipo de cambio real (a través de la demanda exterior neta) e inversamente del tipo de interés real (a través del consumo y la inversión). De esta manera:

$$(3.1) \quad s_R = s - p \quad i_R = i - \dot{p}^e$$

Dado que P* es una variable exógena determinada por la dinámica del mercado externo, tomada como una constante, en el modelo que propone Buitier y Miller se supone igual a la unidad, y por lo tanto su logaritmo $p^* = 0$. De modo que el tipo de cambio real, corresponde al logaritmo del tipo de cambio nominal menos el logaritmo de los precios registrados (ecuación 3.1). Además, en un escenario inflacionista persistente como el que aquí se plantea, bajo la hipótesis de previsión perfecta, es decir, con expectativas racionales en un contexto determinista; el tipo de interés relevante es el real, definido por la ecuación presentada (3.1).

- *Ecuación de ajuste del crecimiento nominal del dinero*

$$(4) \quad \pi = \dot{m}$$

Donde π : Inflación tendencial (tasa de crecimiento de los precios).

- *La paridad descubierta de intereses y la formación de expectativas*

$$\dot{s}^e = i - i^* \quad \text{y} \quad \dot{s}^e = \theta(\bar{s} - s)$$

Bajo expectativas racionales (previsión perfecta) y en ausencia de perturbaciones estocásticas, se tiene:

$$\dot{s}^e = \dot{s}$$

Por tanto:

$$(5) \quad i - i^* = \dot{s}^e = \dot{s}$$

De acuerdo a todo el desarrollo hasta ahora presentado, el modelo se puede reformular, teniendo en cuenta los siguientes argumentos:

$$l = m - p \quad s_R = s - p \quad i_R = i - \dot{p}$$

De (1) se sustituye la tasa de interés nominal como se expone a continuación:

$$\begin{aligned} l = m - p &= \psi \bar{y} - \alpha i \\ &= \psi \bar{y} - \alpha (i_R + \dot{p}) \\ &= \psi \bar{y} - \alpha (i_R + \dot{p} + \dot{m} - \dot{m}) \quad \therefore \pi = \dot{m} \\ (6) \quad &= \psi \bar{y} - \alpha i_R + \alpha \dot{l} - \alpha \pi \end{aligned}$$

Partiendo de la ecuación 3 se plantea la ecuación de ajuste del stock real de dinero y posteriormente se sustituye \dot{p}

$$\begin{aligned} \dot{l} = \dot{m} - \dot{p} &= \dot{m} - [\mu(y - \bar{y}) + \pi] \\ (7) \quad &= -\mu(y - \bar{y}) \end{aligned}$$

Al reemplazar (7) en (6) se obtiene el siguiente resultado:

$$l = \Psi y - \alpha i_R - \alpha \pi + \alpha \mu \bar{y} - \alpha \mu y$$

(8)

De (3):

$$(9) \quad y = \beta_1(s - p) - \beta_3 i_R$$

Sustituyendo 5 en la ecuación de interés real, se tiene:

$$(10) \quad i_R = i - \dot{p} = i^* + \dot{s} - \dot{p} = i^* + \dot{s}_R$$

Finalmente, el modelo queda restringido por las ecuaciones (8), (9) y (10).

3.2. EQUILIBRIO GENERAL DEL MODELO

En el modelo hay dos variables endógenas: el stock real de dinero de la economía, que se determina en el mercado monetario y , el tipo de cambio real que se determina en la ecuación de arbitraje. El modelo se puede expresar entonces como un sistema dinámico con dos ecuaciones diferenciales, una para el tipo de cambio y otra para el stock real de dinero.

La ecuación diferencial que describe la dinámica del ajuste de la cantidad real de dinero, \dot{y} , se obtiene a partir del despeje de la variable tipo de interés real de la ecuación (8) para introducir su valor en la (9), lo cual permite obtener el valor correspondiente a la producción.

$$\begin{aligned} y &= \beta_1(s - p) - \beta_3 i_R \\ y &= \beta_1(s - p) - \frac{\beta_3(-l + \Psi y - a\pi + \alpha\mu\bar{y} - \alpha\mu y)}{\alpha} \\ \alpha y &= \alpha\beta_1(s - p) - \beta_3(-l + \Psi y - a\pi + \alpha\mu\bar{y} - \alpha\mu y) \\ y &= \frac{\alpha\beta_1 + \beta_3 l + \beta_3 a\pi - \beta_3 \alpha\mu y}{\alpha + \beta_3(\Psi - \alpha\mu)} \end{aligned}$$

Finalmente, sustituyendo el valor de y en la ecuación (7) se llega al siguiente resultado:

$$\dot{l} = \dot{m} - \dot{p} = -\mu(y - \bar{y}) = -\mu \left(\frac{\beta_3 l + \alpha \beta_1 s_R + \beta_3 a \pi - \beta_3 \alpha \mu \bar{y} - \bar{y} \alpha - \bar{y} \beta_3 (\Psi - \alpha \mu)}{\Delta} \right)$$

$$(11) \quad \dot{l} = -\frac{\mu \beta_3}{\Delta} l - \frac{\mu \beta_1 \alpha}{\Delta} s_R + \frac{\mu(\psi \beta_3 + \alpha)}{\Delta} \bar{y} - \frac{\mu \beta_3 \alpha}{\Delta} \pi$$

Donde: $\Delta = \beta_3(\psi - \alpha \mu) + \alpha$

Por otro lado, la ecuación diferencial que refleja la dinámica del tipo de cambio real o competitividad, \dot{s}_R , es posible determinarla a partir de la paridad descubierta de intereses en presencia de inflación tendencial. Conjugando, de esta manera, las ecuaciones del equilibrio en el mercado monetario, ecuación (8), con el cumplimiento de la paridad no cubierta de intereses, ecuación (10) se obtiene el siguiente resultado:

$$(12) \quad \dot{s}_R = -\frac{1}{\Delta} l + \frac{\beta_1(\psi - \alpha \mu)}{\Delta} s_R + \frac{\alpha \mu}{\Delta} \pi - i^*$$

Esta ecuación, por construcción, garantiza no sólo el cumplimiento de equilibrio en el mercado monetario, sino que, además, asegura que los rendimientos de los activos denominados en moneda nacional y en moneda extranjera, una vez considerada la depreciación (apreciación), se igualen. Asimismo, supone el cumplimiento de la hipótesis de expectativas racionales.

Las ecuaciones (11) y (12) forman el sistema de ecuaciones diferenciales del modelo, es decir, el modelo queda representado por las ecuaciones del equilibrio conjunto en el mercado de bienes y dinero, ecuación (11), y del equilibrio conjunto de los mercados de activos, ecuación (12).

De esta manera, se puede notar como el modelo propuesto está expresado en términos de dos variables endógenas, el tipo de cambio real y el stock real del dinero; lo cuál ha sido posible porque el equilibrio en el mercado monetario implica que una vez determinado los precios internos, y dadas las variables

exógenas, se puede determinar la tasa de interés interna de equilibrio, de acuerdo con la ecuación (1).

El modelo expresado en forma matricial esta dado por:

$$\begin{bmatrix} \dot{i} \\ \dot{s}_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{\mu\beta_3}{\Delta} & -\frac{\mu\beta_1\alpha}{\Delta} \\ -\frac{1}{\Delta} & +\frac{\beta_1(\psi-\alpha\mu)}{\Delta} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l \\ s_R \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\mu(\psi\beta_3+\alpha)}{\Delta} & -\frac{\mu\beta_3\alpha}{\Delta} & 0 \\ \frac{\alpha\mu}{\Delta} & -\frac{\alpha}{\Delta} & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \pi \\ i^* \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{i} \\ \dot{s}_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{\mu\beta_3}{\Delta} & -\frac{\mu\beta_1\alpha}{\Delta} \\ -\frac{1}{\Delta} & +\frac{\beta_1(\psi-\alpha\mu)}{\Delta} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l \\ s_R \end{bmatrix} + BZ_t$$

$$\begin{bmatrix} \dot{i} \\ \dot{s}_R \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} l \\ s_R \end{bmatrix} + BZ_t$$

Donde Z_t : vector de variables exógenas del modelo.

A : matriz de coeficientes de variables endógenas.

Dadas las diferentes velocidades de ajuste entre el mercado de bienes (lento y gradual) y el monetario (instantáneo), se evidencia una sobre-reacción de la Tasa de Cambio ante perturbaciones monetarias. Luego, se debe integrar los horizontes temporales del corto, mediano y largo plazo para realizar un análisis de las variables objeto de estudio, siendo el largo plazo el punto de referencia respecto al cual se produce el *overshooting*.

3.3. EQUILIBRIO A LARGO PLAZO

En el equilibrio estacionario, es decir, cuando las variables endógenas alcanzan su valor definitivo de equilibrio, tanto el stock real del dinero como el tipo de cambio real se estabilizan lo que implica que no presentan ninguna tendencia al cambio:

$$\begin{aligned} \dot{i} &= \dot{m} - \dot{p} = 0 \\ \dot{s}_R &= 0 \end{aligned}$$

Imponiendo estas restricciones sobre el sistema matricial anteriormente mencionado, obtenemos:

$$\begin{bmatrix} \bar{l} \\ \bar{s}_R \end{bmatrix} = A^{-1} B Z_t$$

Si calculamos $A^{-1} B Z_t$, obtenemos que:

$$\begin{bmatrix} \bar{l} \\ \bar{s}_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Psi & -\alpha & -\alpha \\ \frac{1}{\beta_1} & 0 & \frac{\beta_3}{\beta_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{y} \\ \pi \\ i^* \end{bmatrix}$$

Así, los valores de equilibrio a largo plazo estarán dados por:

$$(13) \quad \bar{l} = \psi \bar{y} - \alpha(i^* + \pi)$$

$$(14) \quad \bar{s}_R = \frac{1}{\beta_1} \bar{y} + \frac{\beta_3}{\beta_1} i^*$$

Buiter y Miller (1981) expresan el modelo en función de las desviaciones del stock real de dinero y del tipo de cambio real respecto a sus valores de equilibrio a largo plazo, tal como se expone a continuación:

$$\begin{bmatrix} \dot{l} \\ \dot{s}_R \end{bmatrix} = A \begin{bmatrix} l \\ s_R \end{bmatrix} - A \begin{bmatrix} \bar{l} \\ \bar{s}_R \end{bmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} -\mu\beta_3 & -\mu\beta_1\alpha \\ -1 & +\beta_1(\psi - \alpha\mu) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l - \bar{l} \\ s_R - \bar{s}_R \end{bmatrix}$$

La estabilidad del sistema depende del signo del determinante de A, y en consecuencia de las raíces características de la matriz⁷. Así pues “si las dos raíces son negativas, existe estabilidad en el sistema; si las dos son positivas, el sistema es inestable, y si una es positiva y la otra negativa, el sistema tiene

⁷ La solución del sistema se obtiene de la ecuación característica:

$$\text{Det} [A - \lambda I] = [\lambda^2 + \lambda(\mu\beta_3 - \Psi\beta_1 + \alpha\mu\beta_1) + \mu(\alpha\mu\beta_1\beta_3 - \Psi\beta_1\beta_3 - \alpha\beta_1)]$$

Que tiene como solución las raíces λ_1 y λ_2 :

$$\lambda_{1,2} = - \frac{(\mu\beta_3 - \Psi\beta_1 + \alpha\mu\beta_1) \pm \sqrt{(\mu\beta_3 - \Psi\beta_1 + \alpha\mu\beta_1)^2 + 4\mu(\alpha\mu\beta_1\beta_3 - \Psi\beta_1\beta_3 - \alpha\beta_1)}}{2}$$

una solución, es decir, una trayectoria inequívocamente determinada, dada por la raíz negativa que se denomina senda estable de punto de silla”.⁸

Los valores de equilibrio a largo plazo permiten hacer algunas aseveraciones importantes de la fundamentación teórica del modelo. En primer lugar, el tipo de cambio real a largo plazo resulta ser constante ya que está determinado por dos variables exógenas (\bar{y} e i^*) las cuales en un principio del análisis se asumieron dadas e inalteradas. En consecuencia, Buitter y Miller (1981) argumentan que si se opta por una política monetaria que lleve a aceleraciones (desaceleraciones) de la tasa de crecimiento monetaria ello no afectará la competitividad externa en el largo plazo. Significa que en el largo plazo, se cumple la hipótesis de neutralidad del dinero, ya que cambios proporcionales en el crecimiento nominal del dinero, \dot{m} , que se traducen en cambios proporcionales en el nivel de precios (\dot{p}), requieren cambios en el tipo de cambio nominal \dot{s} de igual proporción, de modo que neutralice sus efectos y no se altere el tipo de cambio real. De otro lado, una desaceleración (aceleración) monetaria afecta a los saldos reales en el largo plazo: reduce la inflación y, por tanto, una vez que la economía alcanza el estado estacionario, disminuye el costo de oportunidad de mantener dinero, e incrementa la demanda de liquidez real.

Las ecuaciones del equilibrio estacionario pueden graficarse en el diagrama de fases del stock real de dinero y el tipo de cambio real, tal como se muestra en el gráfico 2. La dinámica que rige el sistema de ecuaciones diferenciales, obtenidas de expresar el modelo en términos de desviaciones respecto al estado estacionario, es decir, respecto a los valores de equilibrio a largo plazo, se presentan a continuación:

$$(15) \quad \dot{l} = \dot{m} - \dot{p} = \frac{1}{\Delta} \left(-\mu\beta_3(l - \bar{l}) - \mu\beta_1\alpha(s_R - \bar{s}_R) \right)$$

$$(16) \quad \dot{s}_R = \frac{1}{\Delta} \left(-(l - \bar{l}) + \beta_1(\psi - \alpha\mu)(s_R - \bar{s}_R) \right)$$

⁸ Chiang, Alpha. Métodos Fundamentales de Economía Matemática, tercera edición. Mc-Graw Hill, 1987. Cap. 18

Cuando se estabiliza el stock de dinero⁹, la dinámica en el largo plazo viene dada por:

$$(17) \beta_1 \alpha (s_R - \bar{s}_R) = -\beta_3 (l - \bar{l}) \Rightarrow s_R = \bar{s}_R + \frac{\beta_3 (l - \bar{l})}{\beta_1 \alpha} \Rightarrow$$

$$\left. \frac{ds_R}{dt} \right|_{i=0} = \frac{-\beta_3}{\beta_1 \alpha} < 0$$

Mientras que cuando $\dot{s}_R = 0$ (combinaciones de (l, s_R) que mantienen inalterado el nivel de competitividad en el estado estacionario):

$$(18) l - \bar{l} = \beta_1 (\psi - \alpha \mu) (s_R - \bar{s}_R) \Rightarrow s_R = \bar{s}_R + \frac{(l - \bar{l})}{\beta_1 (\psi - \alpha \mu)} \Rightarrow \square$$

Dada cualquier combinación de stock real de dinero y tipo de cambio real, a la derecha de la línea con pendiente negativa que representa $i = 0$, implica la existencia de un exceso de oferta de saldos reales en la economía, lo cuál deprime el tipo de interés generando a su vez una depreciación real. Sin embargo, una mayor demanda agregada genera un incremento en el nivel de precios reduciendo de esta manera dicho exceso, que en última instancia termina reduciendo también el nivel de tipo de cambio real vía tipo de cambio nominal, logrando una tendencia al equilibrio. .

La línea $\dot{s}_R = 0$ es posible que tenga pendiente positiva o negativa, ello depende del signo que tome el término que está entre el paréntesis de la ecuación 18. En este sentido dependerá exclusivamente, de que tan grande es la sensibilidad de la demanda de dinero ante variaciones en el ingreso con respecto al término $\alpha \mu$. De esta manera, cuando la velocidad de ajuste de los precios (μ) es lenta, en términos aritméticos toma valores pequeños, entonces:

$$\psi > \alpha \mu \Rightarrow \dot{s}_R = 0 \text{ tendrá pendiente positiva (gráfico 2A)}$$

⁹ Introduciendo $\dot{l} = 0$ en la ecuación (15).

Como para que el sistema tenga solución *punto de silla* es necesario que el determinante de la matriz de los coeficientes de las variables endógenas sea negativo, ello se cumplirá cuando el término $\Delta = \beta_3(\psi - \alpha\mu)$ sea positivo, lo cuál se consigue mientras la pendiente de la competitividad externa (devaluación) sea positiva ($\psi > \alpha\mu$). En este caso, Buitier y Miller (1981) afirman que cualquier nivel del stock real de dinero situado por debajo de ésta línea, corresponde a un exceso de demanda de la moneda interna, produciendo una apreciación nominal de la moneda que deprime la competitividad externa, en términos reales, dados un nivel de renta y tipo de interés. Empero, cuando se está en un escenario económico donde el ajuste de los precios es rápido (elevado) la pendiente de la curva es negativa, es decir, $\psi < \alpha\mu$. En cuyo caso, para que el sistema sea estable debe cumplirse que la línea correspondiente al tipo de cambio real en estado estacionario, tenga una pendiente mas pequeña que la del stock real de dinero, haciendo que la primera sea mas vertical que esta última (tal como se observa en la parte B del gráfico 2), en términos formales implica que:

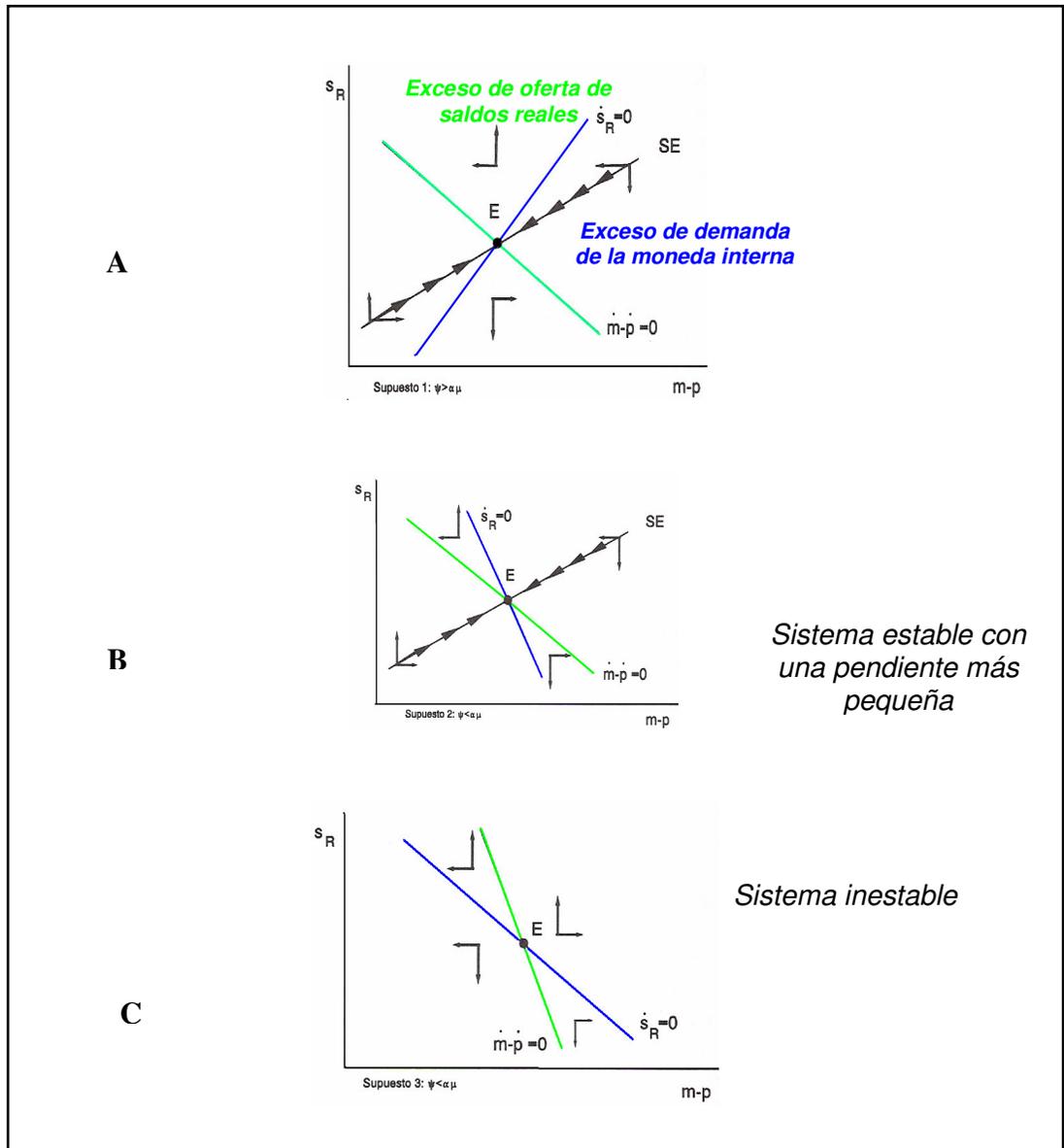
$$\alpha\mu - \psi < \alpha/\beta_3$$

De esta manera, cuando la velocidad de ajuste de los precios (μ) es lenta, en términos aritméticos toma valores pequeños, entonces:

$$\psi > \alpha\mu \Rightarrow \dot{s}_R = 0 \quad \text{tendrá pendiente positiva (gráfico 2A)}$$

De no cumplirse lo anterior, el sistema sería inestable como lo ejemplifica el panel C del gráfico 2. Para efectos del modelo, se elimina esta opción asumiendo que el sistema es estable ($\Delta = \beta_3(\psi - \alpha\mu) > 0$). Tanto en la parte A como en la B del gráfico 2 planteado por Buitier y Miller (1981) se encuentra graficada la senda de equilibrio (SE) definida como la única trayectoria que hace converger la economía al equilibrio.

Gráfico 2. Diagrama de fases del modelo de Buiter y Miller



Fuente: Gómez, consuelo; Torres, José Luis. Teoría monetaria Internacional.

4. METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA

Para hallar los determinantes de la Tasa de Cambio Real es necesario recurrir a técnicas econométricas que permitan verificar la existencia de una senda de largo plazo. Adicionalmente, según lo que se esperaría desde la teoría económica, puede intuirse que en el corto plazo la tasa de cambio fluctúa en torno al equilibrio, razón por la cual en este trabajo se estimarán las desviaciones del valor observado en el corto plazo con respecto al estado estacionario.

Es importante tener en cuenta que este tipo de modelos al ser abstracciones de la realidad, sólo explican una pequeña parte de la dinámica económica por tanto es necesario realizar pruebas de causalidad y exogenidad sobre las variables para estudiar la pertinencia de los supuestos del modelo sobre el caso de la economía colombiana objeto de interés. Así pues, se requiere considerar en un primer momento todas las variables como endógenas, para luego clasificarlas según sea el caso.

4.1. MODELO DE CORRECCIÓN DE ERRORES VEC Y TEORÍA DE COINTEGRACIÓN

De acuerdo a los argumentos planteados por Engle y Granger (1987), si existe una combinación lineal estacionaria entre series no estacionarias (con raíz unitaria) se dice que dichas series están cointegradas. Dicha combinación lineal estacionaria se denomina ecuación de cointegración, y puede interpretarse como la relación de equilibrio a largo plazo entre las distintas series.

Conforme al teorema de representación de Engel y Granger (1987), las series cointegradas tienen un modelo de Vector Corrector del Error (VEC) y, a la inversa, los VCE's generan series cointegradas. El VEC es un modelo VAR

restringido¹⁰ que tiene restricciones de cointegración incluidas en su especificación, razón por la cual se utiliza con series no estacionarias que se pueden cointegrar. “La especificación de un VEC restringe el comportamiento a largo plazo de las variables endógenas para que converjan a sus relaciones de cointegración, mientras que permite un amplio *espectro* de dinamicidades a corto plazo. El concepto de cointegración se interpreta como una corrección del error, dado que la desviación respecto al equilibrio a largo plazo se corrige gradualmente a través de ajustes parciales en el corto plazo”¹¹.

El VEC permite que los componentes de largo plazo de las variables obedezcan al equilibrio mientras que los componentes de corto plazo tienen una especificación dinámica flexible. Las relaciones de equilibrio incluyen la determinación simultánea de más de dos variables, siendo necesario aplicar tests de cointegración multivariados, los cuales fueron desarrollados por Soren Johansen (1988) y Stock, Watson (1988). En el desarrollo de este trabajo, para verificar la hipótesis de cointegración - especificación de largo plazo del modelo- se hizo uso del enfoque de máxima verosimilitud propuesto por Johansen (1980). El objetivo de dicho enfoque es determinar la relación de largo plazo entre las variables involucradas en los diferentes modelos y descartar posibles relaciones espurias. Así, el método de Johansen analiza las restricciones impuestas por la cointegración de las series incluidas en el modelo VAR no restringido de orden p:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + Bx_t + \varepsilon_t$$

Donde:

y_t : vector de k variables no estacionarias, I(1).

x_t : vector de d variables determinísticas.

ε_t : vector de innovaciones.

¹⁰ Según Stock y Watson (2000), un Vector Autoregresivo (VAR) es un modelo lineal de n variables donde cada variable es explicada por sus propios retardos y los valores retardados del resto de variables endógenas. Un VAR restringido es un VAR con menos rezagos.

¹¹ Pulido, Antonio; López, Ana Maria. Predicción y Simulación Aplicada a la Economía y Gestión de Empresas. (1999) Capítulo 5. Pág.390

En un primer momento, se analiza el orden de integración de las variables. Así pues, una serie es integrada de orden d cuando debe ser diferenciada d veces para ser estacionaria e invertible. Así si $d = 0$ la serie original es estacionaria y para $d = 1$ la serie en diferencias es estacionaria.

Si el vector $x_t \sim I(0)$ con media cero entonces:

- La varianza es finita y las fluctuaciones son alrededor de la media.
- Las innovaciones sólo tienen un efecto temporal sobre los valores de x (memoria corta).
- Caída rápida del ACF que indica la inexistencia de autocorrelación entre los errores.
- La autocorrelación disminuye con relación a k por tanto su suma es finita.

Si el vector $x_t \sim I(1)$ con $x_0 = 0$

- La varianza de x_t es infinita y oscila ampliamente sin tender al equilibrio.
- Una innovación tiene un efecto permanente en el valor de x_t (memoria larga).
- Caída muy lenta del ACF que implica existencia de autocorrelación entre los errores.
- La autocorrelación tiende a uno cuando t tiende a infinito.

La combinación lineal de dos series $I(1)$ con componentes de largo plazo dominantes puede ser integrada de orden $d-b = 0$ dado que pueden extraerse los componentes determinísticos conocidos.

Sea x un vector compuesto por series no estacionarias, integradas de orden uno. Los componentes de dicho vector están cointegrados siempre y cuando todos tengan el mismo orden de integración $I(d)$ y exista un vector de cointegración $\alpha (\neq 0)$ que de lugar a una combinación lineal $z_t = \alpha'x_t \sim I(d - b)$, $b > 0$ estacionaria. Interpretando $\alpha'x_t = 0$ como el equilibrio de largo plazo, la cointegración implica que la combinación lineal z sea estacionaria y tenga una

varianza finita caso contrario al de las series por si solas donde α es desconocido. Si x_t tiene dos componentes existe un único vector de cointegración pero si tiene N componentes pueden existir N -1 (r) vectores. Es importante notar que r es el rango de cointegración.

La idea básica de un VEC es generar un modelo donde el desequilibrio de un periodo se corrige en el siguiente. Así pues un vector tiene corrección del error si puede representarse como:

$$\Delta Z_t = \mu_t + \sum_{i=1}^{k-1} \pi_i \Delta Z_{t-i} + \pi Z_{t-k} + \varepsilon_t \quad \forall t = k + 1 \dots T$$

Donde:

Z_t = Vector de variables endógenas.

μ_t = Componentes determinísticos.

π_i = Matriz de coeficientes.

$\pi = \alpha\beta$, donde α es una matriz de velocidad del ajuste, y β es una matriz compuesta por vectores de cointegración.

k = número de rezagos asociados a las variables endógenas.

Dentro del análisis, ΔZ_t representa las variables endógenas diferenciadas y por tanto estacionarias; dichas variables pueden expresarse en términos de las variables diferenciadas rezagadas y la combinación lineal de dichas series. A partir de esta ecuación se determina, mediante una prueba de hipótesis, el número de relaciones de cointegración que existe entre las variables. Posteriormente se estima dicho vector junto con la velocidad de ajuste incluida en el VEC que incluye los efectos de corto y largo plazo.

Resumiendo, el método multivariado de Johansen (1988-1991) prueba la existencia de dicha cointegración entre las variables mediante el siguiente procedimiento:

- Determinar el orden de integración a cada una de las series a ser incluidas en el modelo (Prueba de Dickey-Fuller)
- Especificar un Vector Autoregresivo (VAR) con las series que resulten integradas de orden $I(1)$. Dicho modelo será un VAR Estructural dado que ordena la relación entre las variables según la teoría económica.
 - Probar la exogenidad de las variables del modelo y clasificarlas según sea el caso.
 - Determinar el retardo óptimo del VAR para asegurar que los residuos sean ruido blanco.
 - Especificar las variables determinísticas (variables dummy, tendencias, etc).
 - Estimar el VAR
- Aplicar el procedimiento de Máxima Verosimilitud al vector autorregresivo con el fin de determinar el rango (r) de cointegración del sistema.
- Estimar el modelo Vector de Corrección de Errores.
- Analizar a la luz de la teoría económica la pertinencia de los resultados encontrados.

En este sentido, es posible percibir que dicha metodología permite establecer la evolución de la tasa de cambio en el largo plazo y las desviaciones de lo observado con respecto al estado estacionario en el corto plazo y, adicionalmente estimar la velocidad de ajuste que hace alusión al tiempo promedio que tarda la serie para retomar el equilibrio.

Una vez expuesta la metodología de trabajo, se procede a abordarla utilizando los datos para el caso de la economía colombiana.

5. VERIFICACIÓN EMPÍRICA PARA COLOMBIA

5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS

Para efectos del ejercicio empírico propuesto, se emplean datos trimestrales para Colombia y Estados Unidos durante el periodo comprendido entre 1985:IV y 2005:IV. Las series son obtenidas a través de la base de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Banco de la República y la Reserva Federal de Estados Unidos (FED). En este sentido, para el análisis se emplean: el Índice de tasa de cambio real (base 1994, debido a la disponibilidad de los datos); el Índice de Precios al Consumidor (IPC) de Colombia; la oferta monetaria (M1) para Colombia (obtenido a través de la base de datos del Banco de la República) sin desestacionalizar; las tasas de interés: Prime Rate y DTF¹²; y el Producto Interno Bruto (PIB) para Colombia sin desestacionalizar. Es importante notar que, los datos se analizan sin estacionarizar para lograr determinar el correcto orden de integración que corresponde a cada serie.

- *Series originales (Level: en su forma original, sin transformación):*

ITCR: Índice de tasa de cambio real.

BS: Base monetaria.

IPC: Índice de precios al consumidor a precios corrientes.

P: Inflación.

IE: Tasa de interés externa.

PIB: Producto Interno Bruto.

- *Series transformadas en logarítmicas (o en tasas de cambio):*

LITCR: Logaritmo del Índice de la tasa de cambio real.

¹² Tasa para los Certificados de Depósitos a Término Fijo.

LS¹³: Stock real de dinero.

LP: Logaritmo de la inflación.

LIE: Logaritmo de la tasa de interés externa.

LPIB: Logaritmo del PIB.

Tabla 1. Signos esperados en el modelo

Variable explicativa	Resultado esperado desde la teoría económica	Signo esperado	Signo encontrado
Crecimiento económico	Una disminución en el crecimiento de la economía puede hacerla menos atractiva con respecto a otras economías, haciendo que los inversionistas extranjeros trasladen sus recursos, hecho que aumenta la demanda interna de divisas, y en consecuencia incrementa el tipo de cambio real.	Negativo	Negativo
	Un incremento en el PIB genera un aumento en la demanda de dinero y por tanto en la liquides. Este hecho permite que se incremente la demanda de dólares y en consecuencia aumente la tasa de cambio real.	Positivo	Positivo
Inflación	Un incremento en el nivel generalizado de los precios, inflación, disminuye el stock real de dinero en la economía promoviendo un incremento en la tasa de interés interna, lo cuál hace atractiva la economía para los inversionistas extranjeros generando entrada de capitales, con lo que se presenta una disminución en el tipo de cambio real (apreciación).	Negativo	
Stock real de dinero	Una disminución en el stock real de dinero en la economía como consecuencia, por ejemplo, de una restricción en la cantidad de dinero en la economía, hace que el mercado monetario se desequilibre, pero retorne al equilibrio vía aumento de la tasa de interés que se traduce en una disminución del tipo de cambio real.	Negativo	
Tasa de interés externa	Un incremento de la tasa de interés externa, produce una fuga de capitales dando lugar a una devaluación de la moneda hecho que incrementa la tasa de cambio real.	Positivo	Positivo

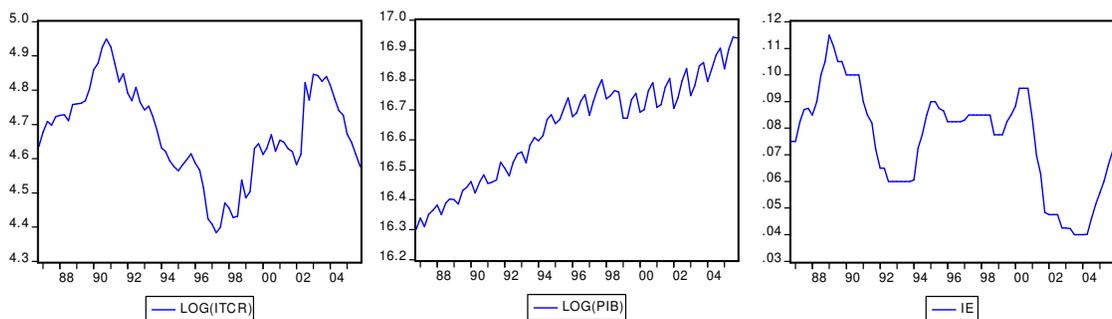
Fuente: Elaboración propia

¹³ Esta variable se obtuvo a través de calcular la diferencia entre el logaritmo de la base monetaria y el de la inflación.

5.2. ENFOQUE DE SOREN JOHANSEN

De acuerdo al procedimiento que plantea la metodología de Johansen, explicada en el capítulo anterior, antes de llevar a cabo las pruebas de cointegración, es necesario determinar el orden de integración de los procesos generadores de los datos, empleados en el análisis. Para lo anterior, inicialmente se realiza un análisis gráfico de la estacionalidad de las series, de donde se puede concluir que la serie del PIB no es estacionaria pues presenta tendencia creciente muy marcada; por otro lado, no es posible inferir al respecto de la tasa de cambio real y la tasa de interés externa ya que, como lo exhibe el gráfico 2, aparentemente fluctúan alrededor de un valor y no presentan una tendencia determinística clara.

Gráfico 2: tasa de cambio real, PIB y tasa de interés externa



Por lo anterior, es necesario desarrollar la prueba formal de Dickey-Fuller aumentado (1979), la cuál contrasta la existencia de raíces unitarias (o no estacionariedad). La tabla 2 muestra los resultados tanto para las series en niveles como para las series en primeras diferencias. El criterio de decisión, plantea que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula cuando el valor del estadístico ADF es menor que el valor crítico al 5%. Es decir, se concluye que las series originales tienen raíces unitarias; no obstante, una vez diferenciadas puede decirse que todas las series son integradas de orden uno, $I(1)$ y por tanto estacionarias. Gráficamente, se puede notar como luego de diferenciar las series éstas se alejan y regresan a un valor medio, generalmente conocido como el valor esperado.

Según Costas Milas (2001) si hay cointegración entre un sistema de variables $I(1)$, el impacto de un choque sobre el sistema es transitorio y desaparece pues la economía se mueve de nuevo a su estado estacionario. Por el contrario, si no hay cointegración entre estas variables, entonces el efecto de un choque persiste.

Tabla 2. Prueba de raíces unitarias en niveles: Metodología Dickey Fuller

Análisis de Estacionariedad							
Series	Estadístico ADF	5% Critical Value	Estadístico DW	Número de retardos	Incluye intercepto	Incluye tendencia	Orden de Integración
Prueba para las series en niveles							
LITCR	-0.289560	-1.9446	2.009522	1	NO	NO	
LPIB	-0.974986	-2.9001	2.176698	1	SI	NO	
LIE	-2.537578	-2.9006	2.065955	2	SI	NO	
Prueba para las series en diferencias							
DLITCR	-5.606635*	-1.9447	2.005904	1	NO	NO	I(1)
DLPIB	-10.22159*	-2.9001	2.195443	1	SI	NO	I(1)
DLIE	-4.619316*	-1.9446	2.153808	0	NO	NO	I(1)
Valores críticos de Mackinnon para rechazar la hipótesis de raíz unitaria *Significa que a cualquier nivel de significancia: 1%, 5%, 10% se rechaza la hipótesis de no estacionariedad.							

Los valores ADF calculados se procesaron en Eviews 5.0.

A continuación se procede a especificar un Vector Autorregresivo (VAR) con las series que resulten Integradas de Orden $I(1)$, que para este caso fueron todas las variables propuestas. Es importante notar, que Buitter y Miller (1981) al estudiar una economía pequeña y abierta al comercio internacional suponen a priori exogeneidad de la tasa de interés externa (IE) y la producción de pleno empleo (PIB); pero en la aplicación de dicho modelo, para el caso colombiano, se debe estudiar la endogeneidad o exogeneidad de las variables objeto de estudio.

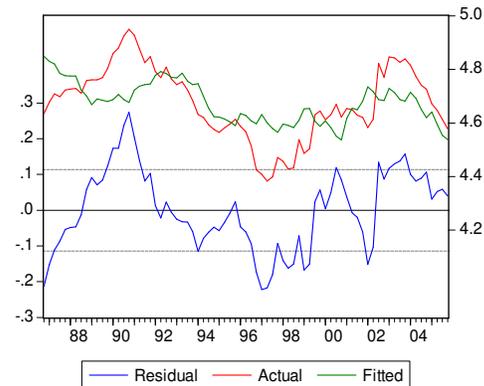
Sin embargo, en primera instancia se realizó el ejercicio econométrico asumiendo exogeneidad a priori de las variables en mención. En su desarrollo se encontró que existe una relación de cointegración de la tasa de cambio real con respecto a las variables exógenas. Este hecho indica que existe una relación estable en el largo plazo entre las variables, por lo cual se procedió a estimar dicha relación por mínimos cuadrados ordinarios, y posteriormente se desarrolló un análisis sobre la pertinencia de los coeficientes y el grado de

ajuste de las variables al modelo. Este cuenta con significancia global e individual, por tanto todas las variables consideradas son importantes para explicar el comportamiento de la tasa de cambio real. No obstante, el valor arrojado por el estadístico Durbin-Watson puede indicar problemas en términos de correlación.

Tabla 3. Estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios

Dependent Variable: LOG(ITCR)				
Method: Least Squares				
Sample: 1986:4 2005:4				
Included observations: 77				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	20.24142	2.555484	7.920778	0.0000
LOG(PIB)	-0.932609	0.155600	-5.993633	0.0000
IE	-2.040924	0.838208	-2.434865	0.0173
@TREND^2	5.52E-05	1.68E-05	3.278473	0.0016
R-squared	0.398762	Mean dependent var	4.675668	
Adjusted R-squared	0.374054	S.D. dependent var	0.135549	
S.E. of regression	0.107242	Akaike info criterion	-1.576910	
Sum squared resid	0.839560	Schwarz criterion	-1.455154	
Log likelihood	64.71103	F-statistic	16.13875	
Durbin-Watson stat	0.383797	Prob(F-statistic)	0.000000	

Gráfico 3. Estimación de la tasa de cambio real



A la luz de la teoría económica, la tasa de cambio presenta una relación directa con la producción y la tasa de interés externa. Actualmente, el modelo no es coherente con la teoría económica propuesta por Buiter y Miller (1981) pues un incremento en una unidad de la tasa de interés externa genera una caída en la tasa de cambio real en 2.04 puntos; igualmente la relación se rompe al analizar la relación con respecto al PIB. Así, un incremento de la producción del país genera un aumento en el nivel de confianza del futuro del mismo, lo cuál atrae

capital extranjero y en consecuencia, dada la mayor oferta de divisas, disminuye la tasa de cambio (revaluación); de otro lado, Una disminución en el crecimiento de la economía puede hacerla menos atractiva con respecto a otras economías, haciendo que los inversionistas extranjeros trasladen sus recursos, hecho que aumenta la demanda interna de divisas, y en consecuencia incrementa el tipo de cambio real.

Gráficamente, se muestra que la tasa de cambio real es explicada por el PIB y la tasa de interés externa a partir de 1991. La relación es fuerte para el periodo 1991-1995 a partir de aquí la serie estimada se aleja de la realidad pero sigue compartiendo la misma tendencia razón por la cual podemos concluir que actualmente existen otras variables que no se están teniendo en cuenta en el análisis por tanto se presenta un error de especificación por omisión de variables, como variación de los términos de intercambio y el gasto público tratadas en otros trabajos¹⁴.

En el mismo ejercicio se estimo el vector corrector del error (VEC), donde no hay evidencia de una relación estable entre las variables propuestas por Buiter y Miller (1981), ello se afirma a partir del resultado de los modelos encontrados donde no se observa una convergencia hacia el equilibrio en el corto plazo. La velocidad de ajuste permite analizar y respaldar lo anterior.

En síntesis los resultados del modelo expuesto no son pertinentes con la teoría económica, no existe relación en el corto plazo y no se prueba la endogeneidad de las variables para el caso colombiano; teniendo en cuenta estas falencias se procede a plantear un modelo VAR con todas las variables endógenas, e implementar un criterio de selección de rezagos (que hace parte del paquete estadístico), con el fin de testear el número de rezagos más apropiado. El mejor modelo es el que minimiza el criterio de información (SC), o aquel que maximiza el estadístico LR. Los asteriscos indican el orden del retardo seleccionado por los estadísticos: LR, FPE (Final Prediction Error), AIC (Akaike Information Criterion), Schwarz y Hannan-Quinn (SC y HQ respectivamente)

que consideran como óptimo 4 retardos (ver tabla 3). Determinar el retardo óptimo es esencial ya que impide sobreparametrizar el modelo, asegura que los errores sean ruido blanco es decir, que no existan problemas de autocorrelación, heteroscedasticidad y normalidad¹⁴; y adicionalmente es la base para el cálculo del número de vectores de cointegración, de esta manera “la longitud del retardo óptimo no debe ser ni muy corta ni muy larga, pues si el retardo es muy corto probablemente no se capture la dinámica del sistema, mientras que si el retardo es muy grande se corre el riesgo de perder grados de libertad”¹⁵. De ahí que se deba ser estricto en cada una de las pruebas.

Tabla 4. Criterios para la selección de retardos óptimos

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	287.7397	NA	8.22e-08	-7.801.088	-7.706.960	-7.763.576
1	541.4392	479.5963	1.01e-10	-1.450.518	-1.412.867	-1.435.514
2	559.8790	33.34323	7.79e-11	-1.476.381	-1.410.491	-1.450.123
3	588.8306	49.97125	4.52e-11	-1.531.043	-1.436.914	-1.493.531
4	621.2166	53.23720*	2.40e-11*	-15.95114*	-14.72747*	-15.46349*
* indicates lag order selected by the criterion						

Dada esta situación, se procedió a analizar los resultados con cuatro rezagos tal como lo sugiere el test presentado. El procedimiento de máxima verosimilitud, que a continuación se desarrolla, permitirá determinar el rango (r) de cointegración del sistema. En este orden de ideas, dado que no se tiene certidumbre con respecto al supuesto que impone el test de tendencia determinística en el sistema, se genera un resumen de todos los supuestos que puedan considerarse, ello indicará si el VEC tiene o no intercepto y/o tendencia al igual que el número de relaciones de cointegración propias para cada caso. De acuerdo a los resultados que arrojan los estadísticos, hay dos modelos que deben ser considerados: según el criterio de Schwarz se asume un modelo sin

¹⁴ Aguilar López, Javier. Análisis econométrico del comportamiento de precios internacional para diferentes tipos de café, 2005. Página 17.

¹⁵ Aguilar López, Javier. Análisis econométrico del comportamiento de precios internacional para diferentes tipos de café, 2005. Página 29.

tendencia lineal ni intercepto en el VEC; de otro lado, el criterio de Akaike propone un modelo con tendencia cuadrática e intercepto en el VEC y tendencia o no en el VAR. Es importante resaltar que en ambos casos tanto la prueba de la Traza (Trace) como en la del Maximun Eigenvalu e (Max-Eig) indican la presencia de un único vector de cointegración y como se vio anteriormente ambos modelos cuentan con cuatro rezagos en el VAR.

Tabla 5: Sugerencia para la especificación del test de cointegración

Data Trend:	None		Linear		Quadratic
Test Type	No Intercept	Intercept	Intercept	Intercept	Intercept
	No Trend	No Trend	No Trend	Trend	Trend
Trace	1	2	2	1	1
Max-Eig	1	1	1	1	1
*Critical values based on MacKinnon-Haug-Michelis (1999)					
Akaike Information Criteria by Rank (rows) and Model (columns)					
0	-1.510.802	-1.510.802	-1.564.569	-1.564.569	-1.559.400
1	-1.582.625	-1.580.722	-1.581.887	-1.584.305	-1.581.573
2	-1.578.066	-1.579.758	-1.583.154	-1.584.619	-15.84622*
3	-1.564.724	-1.570.456	-1.570.456	-1.573.631	-1.573.631
Schwarz Criteria by Rank (rows) and Model (columns)					
0	-1.426.087	-1.426.087	-1.470.440	-1.470.440	-1.455.859
1	-14.79084*	-1.474.043	-1.468.933	-1.468.213	-1.459.206
2	-1.455.699	-1.451.116	-1.451.374	-1.446.564	-1.443.429
3	-1.423.531	-1.419.851	-1.419.851	-1.413.612	-1.413.612

De esta manera, se puede encontrar la ecuación de cointegración para los dos casos anteriormente mencionados donde se concluye que tanto la tasa de interés como el PIB son significativos, dado que el t-statistic es mayor que 1,96. Adicionalmente existe una relación directa entre la tasa de cambio real y la tasa de interés externa mientras que la relación con el PIB cambia según el modelo. La relación positiva que se obtiene, es congruente con los planteamientos de Buitier y Miller (1981): puesto que un incremento de la tasa de interés externa, produce una fuga de capitales dando lugar a una devaluación de la moneda hecho que incrementa la tasa de cambio real. Para desarrollar este análisis debe tenerse en cuenta que los valores que se presentan en la tabla representan una ecuación con todos sus términos en un

mismo lado, razón por la cual debemos invertir los signos de las variables independientes que para el caso son la tasa de interés externa y el PIB.

Tabla 6. Ecuación de Cointegración

ECUACIÓN DE COINTEGRACIÓN		
	None	Quadratic
	No Intercept	Intercept
	No Trend	Trend
LOG(ITCR(-1))	1.000.000	1.000.000
LOG(PIB(-1))	- 0.241638 (0.00923) [-26.1826]	+ 1.594.642 (0.66840) [2.38576]
IE(-1)	- 3.887.583 -191.226 [-2.03297]	- 5.418.055 -205.617 [-2.63502]
@TREND(86Q4)		-0.012932
C		-3.029.818

Una vez verificada la cointegración, se estimó el Modelo de Corrección (MCE). El MCE estima una relación en diferencias, incluyendo como regresores las diferencias rezagadas de las variables dependientes, los valores rezagados de las variables independientes y un término de corrección de errores que representa el "error de equilibrio" o residuo de la ecuación de cointegración (rezagada un período). En este sentido el término de corrección de errores, intuitivamente se interpreta como el "atractor" hacia el cual converge la dinámica de corto plazo, pues mide el grado en que se ajusta dicha relación al equilibrio de largo plazo.

En un primer momento se estudia la relevancia de las velocidades de ajuste para cada modelo ya que si dicho coeficiente no es significativo se puede afirmar que la variable en cuestión es exógena débil. Estos resultados para el modelo desarrollado se resumen en la tabla 7, donde se evidencia que en el modelo sin tendencia ni intercepto, tanto la tasa de cambio real como la tasa de interés externa son exógenos débiles, lo que permite descartarlo; de otro lado, para el modelo de tendencia cuadrática la tasa de cambio real y el PIB son variables endógenas mientras que la tasa de interés externa es exógena débil. Concluyendo así que para Colombia la tasa de interés externa es exógena

como lo propone Buitter y Miller (1981) mientras que el PIB es endógeno al modelo.

Tabla 7. Ecuación del VEC

VELOCIDADES DE AJUSTE			
Error Correction:	D(LOG(ITCR))	D(LOG(PIB))	D(IE)
No Intercept	-0.011082	0.072894	-0.000422
No Trend	(0.01569)	(0.00780)	(0.00158)
	[-0.70642]	[9.34183]	[-0.26684]
Intercept	-0.114097	0.078355	0.003799
Trend	(0.03706)	(0.01991)	(0.00397)
	[-3.07876]	[3.93521]	[0.95754]

Posteriormente se estudia la pertinencia de las velocidades de ajuste que arroja el modelo donde es posible afirmar que se presenta ajuste de la tasa de cambio real hacia el equilibrio especialmente para el modelo de tendencia cuadrática dado que presenta una adecuada velocidad del ajuste; lo anterior se soporta en el hecho de que el coeficiente correspondiente a la tasa de cambio real tiene signo negativo, indicando que el error se corrige en el corto plazo. Por tanto se eligió el modelo de tendencia cuadrática que presenta equilibrio de largo plazo y corrección del error en el corto plazo. Adicionalmente este modelo es robusto y tiene bondad de ajuste ya que cuenta con errores ruido blanco. Es de resaltar que para el caso de interés, se presenta una corrección del error en cada trimestre del 0.114% estadísticamente significativa.

En conclusión, el análisis econométrico arroja un modelo con cuatro rezagos que cuenta con intercepto y tendencia cuadrática, adicionalmente presenta significancia individual pero al estudiar la pertinencia de los coeficientes se encuentra un relación inversa entre el PIB y la tasa de cambio real, hecho que no es congruente con la teoría económica planteada por Buitter y Miller (1981) razón por la cual se recurre a las teorías postmodernas para explicar este fenómeno.

Es importante tener en cuenta que la dificultad mas marcada en dicho modelo es la interpretación de la tendencia cuadrática, la cual es objeto de diversos

estudios recientes. De este modo, dicha tendencia se encuentra relacionada con los efectos de productividad de Balassa y Samuelson (1964), que son difíciles de capturar en la dinámica del modelo¹⁶. La idea angular expuesta por Balassa y Samuelson reside en los efectos del progreso tecnológico sobre la productividad sectorial, entre el sector transable (expuesto a la competencia internacional e intensivo en capital) y el no transable. El modelo asume que la variación de los precios en cada uno de los dos sectores, viene dada por la diferencia entre las tasas de crecimiento de los salarios nominales para cada uno menos sus respectivas productividades¹⁷. Suponiendo que el factor trabajo es móvil entre los dos sectores, puede concluirse que los salarios nominales tenderán a igualarse entre ellos en el largo plazo. Además, al suponer que las mejoras en la productividad están determinadas por el progreso tecnológico, se infiere que los incrementos de productividad serán mayores en el sector de los transables que en el de los no transables.

De acuerdo con estos supuestos se obtiene la hipótesis de la productividad o efecto Balassa-Samuelson, la cuál postula que los precios en el sector de los no transables crecerán más rápido que en el sector de los transables, al producirse una mejora de la productividad menos dinámica en el primer sector y, una estandarización en los crecimientos de los salarios nominales entre ambos sectores. Por lo anterior, la inflación en este sector será más elevada en aquéllos países donde la productividad de los bienes transables crezca más deprisa.

5.3. ANALISIS MACROECONÓMICO DE LAS VARIABLES

Con el fin de dilucidar como ha sido la relación económica en el tiempo del tipo de cambio real frente a las variables del modelo econométrico expuesto en la sección anterior, se presenta a continuación la evolución del crecimiento económico y la tasa de interés externa y su incidencia sobre la competitividad colombiana.

¹⁶ Permite explicar los diferenciales de inflación acudiendo a factores reales.

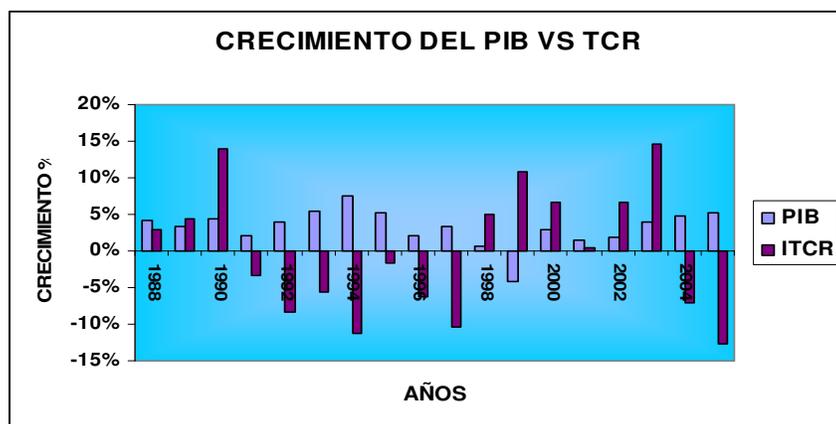
¹⁷ Las cuales están condicionadas por el progreso tecnológico

5.3.1. Crecimiento económico

La relación entre el tipo de cambio real y la consecución de crecimiento en una economía, puede analizarse desde el punto de vista del incremento (disminución) en el tipo de cambio y el control de los precios. La devaluación, como fenómeno estructural, es un efecto directo del fenómeno inflacionario. En un principio, los procesos inflacionarios generalmente tienen su origen en una política monetaria expansiva desmedida. En algunos casos, se utilizó la emisión de dinero como un medio para financiar el déficit del sector público.

Por su lado, el déficit del sector público se generaba por un crecimiento del gasto público, que buscaba incentivar el nivel de producción. Queda claro, de esta manera, que la política económica tiene varios objetivos. En una economía como la colombiana, la estabilidad de los precios es de vital importancia pues es fundamental para la generación de proyectos de inversión de largo plazo. Es por esto que, las autoridades tienden a favorecer la consecución de las metas de inflación y devaluación sobre las metas de crecimiento económico.

Gráfico 4. Crecimiento del PIB vs TCR



En América Latina, la "década perdida" de los años ochenta constituye una ilustración dramática de los efectos negativos de un prolongado período de inestabilidad. La comparación de la tasa promedio de crecimiento y de inflación

de América Latina antes y después de la crisis de la deuda señala claramente la correlación negativa entre crecimiento e inflación. La economía colombiana superó a mediados de los años ochenta las principales consecuencias de la crisis de la deuda; exhibiendo desde entonces tasas relativamente altas de crecimiento en contextos de inflación moderada para los estándares latinoamericanos¹⁸, lo que permitió la aplicación de políticas antiinflacionarias graduales. Junto a la preservación del equilibrio fiscal, las políticas macroeconómicas intentaron soportar la defensa de la competitividad externa.

Sin embargo, de acuerdo con Cárdenas, el crecimiento anual promedio del PIB se redujo en la década de los ochenta a 3,4%. Este fenómeno se presentó por la caída en la productividad, directamente relacionada con el incremento exponencial en la criminalidad, la cual para la experiencia colombiana ha desviado el capital y el trabajo hacia actividades improductivas. El aumento del crimen fue el resultado de la rápida expansión de las actividades de tráfico de drogas y la intensificación del conflicto armado interno (incentivado por las rentas provenientes del comercio de drogas). Los efectos directos (y positivos) del tráfico de drogas sobre el ingreso (del orden de 3% del PIB), son de segundo orden cuando se comparan con los efectos indirectos (y negativos) sobre la productividad.

A comienzos de la década de los 90 el sector financiero colombiano registraba una fuerte expansión, las entidades se fortalecieron patrimonialmente y el número de intermediarios financieros creció. Adicionalmente, se desarrollaron procesos de integración regional como el Tratado de Preferencias Andinas, ATPA en 1991, que le permitió a una amplia lista de productos colombianos ingresar durante 10 años al mercado norteamericano sin pagar aranceles, hecho que incrementó las exportaciones. Esas preferencias fueron renovadas y ampliadas en el ATPDEA firmado en el 2002.

¹⁸ A diferencia de países como Argentina, Brasil y México, no sufrió en esta época procesos de alta inflación, la tasa de inflación nunca superó el 30% anual.

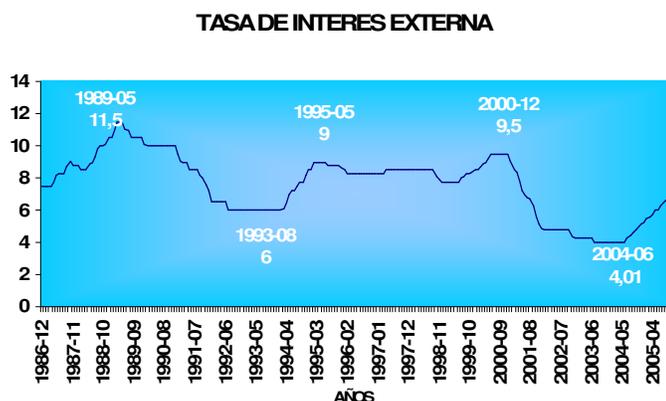
En 1999 por primera vez se registra un crecimiento negativo del 4,2 por ciento en el PIB debido al excesivo endeudamiento tanto del sector público como del privado, combinado con tasas de interés altas, incrementadas para defender la banda cambiaria. Después de la crisis del 99, la mayor parte del crecimiento del PIB se atribuye a aumentos en la productividad del trabajo, ya que no se presenta creación de nuevos empleos para esta época. Eso indica que el sector productivo trató de adecuar su tecnología a las nuevas circunstancias del mercado: redujo nómina para bajar costos, pero también cambió equipos y procedimientos para operar con menos personal.

En tiempos pasados, las sociedades estaban sometidas a soportar una elevada tasa de cambio para mantener a flote un sector industrial ineficiente e incapaz de competir con los productos del exterior. Esta devaluación se generaba en detrimento del consumidor, forjando grandes pérdidas en el bienestar de la sociedad en general. La inconformidad existente frente a esto hecho llevo a la adopción de un nuevo enfoque, desarrollado por Deming (1989), Porter (1982) e Ishikawav (1988), basado en la teoría postmoderna que argumenta que el crecimiento se basa en dos pilares básicos: la Competitividad y la Calidad.

Según uno de los principios de Deming (1989), una organización debe construirse mejorando constantemente la metodología de producción y los servicios, incrementando la calidad y la productividad, hecho que conduce a la reducción de costos. En otras palabras, la organización debe ser *competitiva a través de la calidad* no de la tasa de cambio. Así pues, si el crecimiento se jalona básicamente por la competitividad es posible que exista crecimiento con revaluación; pues las industrias exportadoras cuentan con otro tipo de ventajas competitivas diferentes al tipo de cambio, que les permiten expandir su mercado a pesar de los mayores precios. Es importante notar que procesos revaluacionistas vienen acompañados de una menor inflación permitiendo a la población de bajos recursos incrementar su poder adquisitivo y por tanto el bienestar.

5.3.2. Tasa de interés externa

Gráfico 5. Tasa de interés externa



En la década de los ochenta, las políticas anti-inflacionarias¹⁹ aplicadas en los países industrializados, en particular en Estados Unidos, dieron lugar a la elevación de las tasas de interés internacionales. La tasa PRIME, pasó de 5.72% en 1971 a 18.87% en 1981. La brusca elevación de las tasas de interés, precipitó una nueva recesión en los países industrializados y dio lugar a la reorientación de los flujos financieros y comerciales internacionales, en dirección de las economías de América Latina.

Aunque en los años noventa el tipo de cambio real colombiano tendió a apreciarse, como en el resto de la región, el fenómeno fue menos agudo que en México y Argentina. En estos años, frente a los ingresos masivos de capital, Colombia abordó políticas activas de defensa del tipo de cambio real y la competitividad externa, las cuales combinaron la flotación entre bandas del tipo de cambio nominal, controles sobre los movimientos de capital de corto plazo y políticas de esterilización tendientes a permitir una política monetaria activa. Estas políticas no fueron completamente efectivas y la defensa del tipo de cambio real conflictuó en el corto plazo con el objetivo antiinflacionario.

¹⁹ La FED aplicó una política monetaria de dinero escaso que hizo subir las tasas de interés a niveles nunca antes vistos, en 1989 la tasa PRIME se ubicó en 11,5%.

El efecto combinado de una elevación de las tasas de interés en Estados Unidos y la desconfianza que generó la crisis mexicana en los inversionistas extranjeros, en torno a la solidez de los mercados emergentes de América Latina, dio lugar a una paralización e incluso reversión de la afluencia de capitales hacia varios países de América Latina entre ellos Colombia; registrándose una disminución de los depósitos bancarios en moneda extranjera, incremento de las tasas de interés domesticas para retener los capitales, desplome de las Bolsas de valores, especialmente pronunciado en los casos de Argentina y de Perú; y, claras presiones revaluacionistas del tipo de cambio.

Durante buena parte de la década de los noventa, la economía de Estados Unidos registró una prolongada fase expansiva que finalizó con la recesión en 2001. El agotamiento de la expansión se manifestó por una caída de las ganancias de las empresas que terminó afectando los índices bursátiles y provocó, a la postre, una fuerte caída en la inversión. Paralelamente, la tasa de interés alcanzó mínimos no registrados en décadas anteriores.

El cambio de orientación en la política monetaria, producido a mediados de 2004 (política monetaria contraccionista), detuvo la depreciación del dólar pero también comenzó a restar vitalidad a los factores que estimularon una recuperación. Las presiones inflacionarias, provenientes del encarecimiento de los recursos energéticos y de otras materias primas inciden en el dinamismo cambiario de Colombia, de tal manera que cuando la FED decidió implementar su estrategia de bajar las tasas de interés, progresivamente volvió el capital a la región latinoamericana generando una apreciación del tipo de cambio real.

Todo lo anterior evidencia la relación directa entre estas dos variables, no sólo en términos teóricos sino también en el entorno económico colombiano.

6. CONCLUSIONES

En términos de los resultados obtenidos en el ejercicio econométrico, es importante recordar como los autores Buitier y Miller (1981) plantean la existencia de una relación directa del tipo de cambio real (TCR) y el crecimiento económico (PIB); es decir, significa que la competitividad, entendida como una mayor devaluación de la TCR, disminuye el bienestar de la sociedad en general y especialmente afecta al consumidor a costa del beneficio de unos pocos que cuentan con poder político. Sin embargo, la evidencia empírica colombiana no apoya esta relación, en otras palabras, refleja un comportamiento inverso del tipo de cambio real con respecto al experimentado con el crecimiento. Lo anterior se sustenta en el hecho de la competitividad de un país basada en productividad y en la asignación eficiente de recursos genera crecimiento, cambia la estructura de importaciones por bienes de mayor valor agregado y mejora los términos de intercambio. Por otro lado, al contrastar empíricamente la relación tasa de interés externa-tasa de cambio real, los resultados exhiben que la tasa de interés externa tiene una relación directa con la tasa de cambio real ya que al ser la economía colombiana pequeña y abierta, todas las decisiones de política internacional inciden sobre la dinámica de las principales variables. En este sentido un incremento de la tasa de interés externa, produce fuga de capitales dando lugar a una devaluación de la moneda.

Antes de la apertura económica existía un régimen de tasa de cambio fijo con devaluación gradual (crawling peg), que no respondía en forma clara a las variaciones en la tasa de interés externa y la producción interna. Luego de la apertura en 1992 la relación toma importancia pues la economía se torna más sensible a shocks externos; dicha relación se conserva hasta 1996 momento en el cual empiezan a surgir los primeros brotes de la crisis financiera de 1998. En 1999 con la liberalización del tipo de cambio, éste se deja expuesto al impacto de sus fundamentales, así pues, a partir de este periodo el modelo

planteado por Buitter y Miller (1981) captura parcialmente la dinámica de la tasa de cambio real colombiana tanto en el corto como en largo plazo.

Este fenómeno se presenta debido a que existen muchos agentes en el mercado de divisas que dificultan el análisis. Resulta importante destacar que el modelo planteado es tan solo una abstracción de la realidad (una contrastación de un modelo económico con la evidencia colombiana) y por lo que no captura toda la dinámica de la serie, razón por la cual presenta un error de especificación por omisión de variables. En consecuencia, y teniendo en cuenta los resultados de otros estudios, deberían considerarse en el modelo variables adicionales a las propuestas, como por ejemplo el narcotráfico que incrementa la oferta de divisas generando presiones revaluacionistas y se constituye en una constante desde la década de los ochenta; de otro lado, el déficit en cuenta corriente quien tuvo una participación acentuada entre 1991 y 1997 superior al 5% del PIB en 1998. El incremento en el gasto público como lo proponen diversos autores (Calderon (1997), Moreno (2002)), permitiría además capturar el efecto de los diferentes gobiernos sobre la dinámica del tipo de cambio. La deuda externa resulta como otro factor fundamental dado que su presencia, bajo las condiciones que se ha dado en la historia colombiana, exige una mayor demanda de divisas incrementando la tasa de cambio al requerir dólares para su pago. El flujo de capitales también juega un papel importante sobre la oferta/demanda de dólares al igual que los términos de intercambio, los volúmenes de exportación, las remesas, la confianza entre otros. Adicionalmente, los resultados obtenidos pueden ser sensibles dependiendo de cómo se trabaje con el VAR, es decir la ordenación de las variables, la longitud del rezago, la inclusión de tendencia etc.

Todo lo que hasta el momento se ha planteado permite concluir además como, por medio del ejercicio expuesto y de acuerdo a los resultados de otros estudios (realizados por instituciones como el Banco de la República), es posible observar que aún no son claros los determinantes de la TCR para la

economía colombiana dado que los modelos no superan una caminata aleatoria en términos de predicción ni captación de su comportamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR LÓPEZ, Javier. Análisis econométrico del comportamiento de precios internacional para diferentes tipo de café, 2005. Página 29.
- BALASSA, B. "*The Purchasing Power Parity Doctrine: A Reappraisal.*" Journal of Political Economy 72: 584-96, 1964.
- CALDERÓN, Zuleta Alberto. "*La Tasa de Cambio Real*", Universidad de los Andes, 1997.
- CALVO, G. A., C. Reinhart y C. A. Végh. "*Targeting the Real Exchange Rate: Theory and Evidence*", Journal of Development Economics: p.97-133, 1994.
- CARRASQUILLA, A. y ARIAS, A. F. "Tipo de Cambio Real en Colombia ¿Qué pasó?", Universidad de los Andes, 1997.
- CHEUNG, Y. and M. CHINN. "*Integration, Cointegration, and the Forecast Consistency of Structural Exchange Rate Models*" Journal of International Money and Finance 17: 813-30, 1998.
- CHEUNG, Y., M. CHINN y A. GARCIA. "*Empirical Exchange Rates of the Nineties: Are Any Fit to Survive?*" Santa Cruz Center for International Economics Paper 03'14, 2003.
- CHIANG, Alpha. Métodos Fundamentales de Economía Matemática, tercera edición. Mc-Graw Hill, 1987.
- COSTAS MILAS. "*Modelling the Spot Prices of Various Coffee Types*" Economic Modelling, 18(4): 625-641, 2001.
- DEMING E. *Calidad, Productividad y Competitividad*. La Salida de la Crisis. Ed. Díaz de Santo, 1989.
- DICKEY, D.A. and Fuller, W.A. "*Distribution of the Estimators for Autoregression Time Series with a Unit Root*". Journal of the American Statistical Association, 74: 427-31, 1979.
- DORNBUSCH, R. "*Expectations and Exchange Rate Dynamics*" Journal of Political Economy 84: 1161-76, 1976, 1976.

- ECHAVARRÍA S., Juan José; VÁSQUEZ, Diego; y VILLAMIZAR, Mauricio, *“La tasa de cambio real en Colombia ¿Muy lejos del equilibrio?”* Bogotá: Banco de la República, 2005
- ENGLE, R.F. and GRANGER, C.W. *“Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing”*. *Econometrica* 55: 251-76, 1987.
- FRANKEL, J. A. *“On the Mark: A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differentials”* *American Economic Review* 69: 610-22, 1979.
- GÓMEZ, Consuelo; TORRES, José Luis. *Teoría monetaria Internacional*. España: McGraw–Hill, 2002. Cap. 1 y 2.
- HERRERA, Santiago. *“Determinantes de la trayectoria del tipo de cambio real en Colombia”*. Bogotá: Banco de la Republica, 1989.
- ISHIKAWAV K. *¿Qué es el Control Total de Calidad? La Modalidad Japonesa*. Ed. Norma,1988.
- JOHANSEN, S. *“Statistical Analysis of Cointegrating Vectors”*. *Journal of Economic Dynamics and Control* 12: 231-54, 1988.
- MEESE, R. A.; K. Rogoff. *“Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit Out of Sample?”* *Journal of International Economics* 14: 3-24, 1983a.
- MORENO, Álvaro. *“Determinantes del tipo de cambio real en Colombia. Un modelo neokeinesiano”*. Bogotá: Banco de la Republica, 2005.
- OCAMPO, J. A. & J. Gómez. *“Los Efectos de la Devaluación Nominal sobre la Tasa de Cambio Real en Colombia”*, 1997.
- OTERO, Jesús y Milas, Costas. *“Modelling the spot prices of various coffee types”*. *Economic Modelling* 18: 625-641, 2001.
- PATIÑO, Carlos Ignacio; ALONSO, Julio Cesar. *“Determinantes de la Tasa Nominal en Colombia: Evaluación de pronósticos”*. Bogotá: Banco de la Republica, 2005.
- PORTER L. W. y Steers R. M. *Employee-Organization Linkages*. Ed. Academic Press, PP.107-123, 1982.
- PULIDO, Antonio; LÓPEZ, Ana Maria. *Predicción y Simulación Aplicada a la Economía y Gestión de empresas*. (1999) Capítulo 5

- SAMUELSON, P.A. "*Theoretical Notes on Trade Problems.*" *Review of Economics and Statistics* 46: 145-54, 1964.
- STOCK, J.H. y M.W. Watson (1993). "*A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems.*" *Econometrica* 61: 783-820.
- WILLEM H. Buiter; Marcus MILLER "*Monetary Policy and international competitiveness: The problems of adjustment*" *Journal of International Economics*: 143-175, 1981.