



DOCUMENTO DE TRABAJO  
N.º 017 | 2009

## **Expectativas de inflación y variación cambiaria implícitas en las transacciones de títulos de deuda costarricense 2005-2009**

Bernal Laverde Molina  
Adolfo Rodríguez Vargas

Fotografía de portada: "Presentes", conjunto escultórico en bronce, año 1983, del artista costarricense Fernando Calvo Sánchez. Colección del Banco Central de Costa Rica.

# Expectativas de inflación y variación cambiaria implícitas en las transacciones de títulos de deuda costarricense 2005-2009

Bernal Laverde Molina\*, Adolfo Rodríguez Vargas†

Las ideas expresadas en este documento son de los autores y no necesariamente representan las del Banco Central de Costa Rica.

## Resumen

En esta investigación se derivan indicadores para las expectativas de inflación y de variación del tipo de cambio nominal a partir de información de transacciones de títulos de deuda en los mercados primario y secundario en Costa Rica. Para aproximar las expectativas de inflación se calcula la medida de inflación de equivalencia (break-even inflation rate) y la medida de compensación de inflación, mientras que para aproximar las expectativas de variación cambiaria se calcula el diferencial de tasas de interés en colones y en dólares a partir del supuesto de paridad descubierta de tasas. Los indicadores sugieren que entre el 2005 y el 2007 se dio una disminución en el nivel de las expectativas de inflación y de variación cambiaria.

Para horizontes de pronóstico cortos (menores a 6 meses), las medidas de expectativas de inflación estiman niveles de inflación menores que los observados, pero a plazos mayores reflejan la inflación efectiva con más precisión. Una posible explicación de esa diferencia es que, para los agentes, los títulos indexados y los títulos nominales utilizados en el cálculo no presentan las mismas características de liquidez y riesgo de emisor.

El indicador de expectativa de variación de tipo de cambio sobreestima la variación efectiva, y esa sobreestimación aumenta con el horizonte de la expectativa, lo que sugiere la existencia de un premio por inflación. Este desvío es mucho más elevado cuando el horizonte vence después de octubre del 2006, fecha en que se introdujo un sistema de banda cambiaria tras dos décadas con un régimen de minidevaluaciones (crowling peg). Esto refleja el hecho de que la disminución del tipo de cambio posterior al inicio del régimen de banda no había sido anticipada por los agentes que participan en el mercado de deuda. En las expectativas implícitas en las transacciones posteriores al inicio de la banda cambiaria sí se observa una tendencia a la baja, pero los errores de pronóstico siguen siendo mayores que bajo el régimen de minidevaluaciones.

**Palabras clave:** Expectativas de inflación, Variación cambiaria, Deuda.

**Clasificación JEL:** D84, E5, E6.

---

\* Departamento de Investigación Económica. División Económica, BCCR. [laverdema@bccr.fi.cr](mailto:laverdema@bccr.fi.cr)

† Departamento de Investigación Económica. División Económica, BCCR. [rodriguezva@bccr.fi.cr](mailto:rodriguezva@bccr.fi.cr)

# Expectations of Inflation and Exchange Rate Variation Implicit in Debt Securities Transactions.

Bernal Laverde Molina<sup>‡</sup>, Adolfo Rodríguez Vargas<sup>§</sup>

The ideas expressed in this paper are those of the authors and not necessarily represent the view of the Central Bank of Costa Rica.

**Key words:** Inflation expectation, Exchange rate, Debt.

**JEL codes:** D84, E5, E6.

---

<sup>‡</sup> Department of Economic Research. Email address. [laverdema@bccr.fi.cr](mailto:laverdema@bccr.fi.cr)

<sup>§</sup> Department of Economic Research. Email address. [rodriguezva@bccr.fi.cr](mailto:rodriguezva@bccr.fi.cr)

## CONTENIDO

Resumen.....	1
Introducción .....	2
1 Expectativas, modelación y política monetaria.....	3
2 Teoría de las expectativas .....	5
2.1 Expectativa de inflación.....	5
2.2 Expectativa de variación del tipo de cambio.....	6
2.3 Expectativas y mercados financieros .....	7
3 Metodologías para la estimación de expectativas de variación cambiaria y de inflación .....	10
3.1 Diferencial de tasas de interés .....	10
3.2 Inflación de equivalencia o “break even” .....	11
3.3 Medida de compensación de la inflación.....	11
3.4 Aplicación para el caso de Costa Rica.....	12
4 Resultados preliminares.....	15
4.1 Expectativas de inflación.....	15
4.2 Expectativas de variación cambiaria .....	20
5 Conclusiones.....	22
6 Bibliografía.....	23
7 Anexos .....	26
7.1 Anexo: Procedimiento de cálculo de las UDES y características de los títulos indexados. ....	26
7.2 Anexo: Ajuste de curvas de rendimiento mensuales para títulos en colones. ....	27
7.3 Anexo: Ejemplos de cálculo de las metodologías IE y CI. ....	28
7.4 Anexo: Inflación de equivalencia y medida de compensación de inflación para meses seleccionados .....	30
7.5 Anexo: Valores de la medida de expectativa de variación del tipo de cambio (diferencial de tasas) y de la variación efectiva en meses seleccionados .....	32

## Introducción

Las expectativas de los agentes económicos tienen un papel preponderante en los procesos de toma de decisiones, por lo que no es extraño que se mantengan como un tema central de la discusión económica. Aún cuando se reconoce ampliamente su importancia y la necesidad de incorporarlas en los modelos económicos, el debate surge acerca del proceso mediante el cual los agentes forman sus expectativas y, en consecuencia, la manera adecuada de modelarlas.

La mayoría de los modelos económicos desarrollados en las décadas de 1960 y 1970 incorporaba el supuesto simplificador de que las expectativas de los agentes eran adaptativas, es decir, que el valor esperado de una variable se determina con base en el comportamiento de ella misma en el pasado.

Este tratamiento en los modelos económicos fue fuertemente cuestionado por diversos autores, debido a la presencia de errores sistemáticos en las expectativas que eran incoherentes con el supuesto del comportamiento racional de los agentes económicos. La hipótesis de expectativas racionales, postulada por John Muth (1961), establece que los agentes económicos formulan sus expectativas utilizando toda la información relevante disponible, y que esas expectativas no difieren sistemáticamente del valor efectivo. Posteriormente, los aportes de Sargent y los trabajos de Robert Lucas (1972, 1973), ayudaron a popularizar esta teoría. En esa misma época, Herbert Simon (1972) propuso el concepto de racionalidad acotada (*bounded rationality*) como un enfoque alternativo a las expectativas racionales, basado en la premisa de que la racionalidad humana posee limitaciones, sobre todo cuando opera en condiciones de alta incertidumbre.

El debate acerca del proceso de formación de expectativas y su papel en la modelación y diseño de políticas continúa en la actualidad.<sup>1</sup> La gran mayoría de los modelos económicos aún utiliza especificaciones ad hoc de los procesos de formación de expectativas, entre las que se encuentran supuestos como previsión perfecta, especificaciones que combinan rezagos y adelantos de un conjunto de variables y las denominadas expectativas consistentes con el modelo (*model-consistent expectations*).

La divergencia de criterios se ve reforzada porque las expectativas no son directamente observables y se debe recurrir a métodos indirectos para obtenerlas. Una forma es inferirlas a partir de la aplicación de encuestas a una muestra de agentes. A pesar de que su uso está ampliamente difundido, la información de las encuestas de expectativas presenta varias limitaciones, entre las que se menciona que no son coherentes con el supuesto de expectativas racionales, que no reflejan las expectativas actuales debido al tiempo de compilación y que los agentes no tienen incentivo a revelar sus verdaderas expectativas.

---

<sup>1</sup> Demertzis (2006), realiza una revisión de algunos aportes contemporáneos a esta discusión.

Un método alternativo es extraer la información de las expectativas que está implícita en algunas transacciones financieras. La determinación del precio a que se transan activos financieros con una fecha de vencimiento futura y con un rendimiento determinado, implica que los participantes tienen un rendimiento real esperado, y por tanto, una expectativa de inflación o de variación cambiaria, de acuerdo a las características del activo que se esté transando.

El objetivo de este trabajo es obtener información acerca de las expectativas de inflación y de variación cambiaria de los agentes económicos a partir de la información de transacciones de títulos de deuda costarricense.

La obtención de expectativas a partir del mercado se ha abordado en la literatura de forma separada para inflación y para la variación del tipo de cambio, tanto a nivel analítico como empírico. Por el contrario, esta investigación aborda los dos temas de forma vinculada y realiza las estimaciones de ambas expectativas a partir del mismo conjunto de datos. Esta perspectiva combinada no se encontró en ninguno de los estudios consultados.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente forma: en la sección dos se discute la importancia de las expectativas para los bancos centrales en cuanto al desarrollo de modelos y diseño de política. La tercera parte resume los fundamentos teóricos para la obtención de las expectativas a partir de información del mercado. Los aspectos metodológicos y los resultados se describen en las secciones cuatro y cinco respectivamente. Las conclusiones se presentan en la sección seis.

## **1 Expectativas, modelación y política monetaria**

El proceso de formación de expectativas ha sido la base para una conocida discusión en política económica y particularmente en política monetaria: reglas versus discrecionalidad. Se parte del argumento ampliamente aceptado de que las expectativas de los agentes privados influyen de manera significativa en la capacidad de los bancos centrales para alcanzar sus objetivos.

El argumento a favor del diseño de política basado en reglas es que al hacer más predecibles las acciones del banco central los agentes tienen mayor información para tomar sus decisiones y esto, a su vez, ayuda a alinear las expectativas con los objetivos anunciados por la autoridad monetaria. Por otro lado, los partidarios de la discrecionalidad aducen que los eventos económicos pueden requerir un grado de flexibilidad de la política que el compromiso con reglas preestablecidas no puede ofrecer. La política discrecional permite la reevaluación de las acciones en cada período, lo cual es óptimo en cuanto a consistencia temporal, aunque con el costo de que podría no llevar las expectativas en la dirección deseada.

Aún cuando el banco central haya logrado cumplir anteriormente con los compromisos anunciados, puede ser que el sector privado no forme sus expectativas únicamente a partir del desempeño pasado de la política monetaria y prevea, basado en la información disponible en un momento dado, que el banco central tendrá problemas en el futuro para lograr sus objetivos. Es por esto que los bancos centrales realizan esfuerzos importantes para comprender el proceso de formación de expectativas y obtener información acerca de ellas. Al incorporar esta información en los modelos económicos y en el diseño de política se busca reducir la posibilidad de que las acciones resulten ineficientes.

La percepción futura de los agentes acerca de una gran variedad de aspectos, tales como crecimiento de la economía, empleo, crédito, entre otros, puede influir en los resultados de las acciones del banco central. No obstante, hay dos variables cuya expectativa es clave debido a su efecto rápido y directo sobre los instrumentos y los mecanismos de transmisión de la política monetaria, estas son las expectativas de inflación y de variación del tipo de cambio.

El desarrollo de modelos para la evaluación de política monetaria en la década de 1990<sup>2</sup>, ha incorporado las expectativas inflacionarias de forma directa en la estructura de estos modelos, típicamente en la especificación de la oferta agregada de corto plazo de la economía, conocida como la Nueva Curva de Phillips Nekeynesiana. Por ejemplo, Galí y Gertler (2007) derivan de un proceso de optimización (microfundamentos), la siguiente relación de oferta agregada de corto plazo:

$$\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + k \tilde{y}_t + u_t \quad (1)$$

donde la inflación observada en el corto plazo ( $\pi_t$ ), depende no solo de los excesos de demanda ( $\tilde{y}_t$ ), sino también de la inflación futura esperada por los agentes ( $E_t \pi_{t+1}$ )<sup>3</sup>. El mecanismo tradicional por el cual actúa la política monetaria es el de afectar los excesos o faltantes de demanda por medio de la tasa de interés de corto plazo.

Asimismo, se ha postulado la existencia de un canal de transmisión de las expectativas de los agentes económicos, como complemento de los canales más tradicionales (King, 1994). El canal de expectativas se basa en el hecho de que, cuando existe credibilidad, los anuncios que realizan las autoridades monetarias tienen un efecto rápido y directo sobre los objetivos finales, mientras que los canales tradicionales actúan con rezago y con cierta incertidumbre.

<sup>2</sup> Ver por ejemplo las contribuciones de Clarida, Galí y Gertler (1999, 2001)

<sup>3</sup> Otra forma de ver la ecuación de oferta (1) es  $\tilde{y}_t = \frac{\pi_t - \beta E_t \pi_{t+1} - u_t}{k}$

Al extender los modelos nekeynesianos de una economía cerrada a una economía pequeña y abierta, la variación del tipo de cambio y su expectativa surgen como variables que afectan el resultado de la política monetaria. En este caso, los agentes económicos no sólo tienen que elegir entre consumo presente y ahorro (consumo futuro), sino que deben decidir entre ahorrar en activos domésticos o externos.

## 2 Teoría de las expectativas

Esta sección resume los principales elementos de la teoría económica que fundamentan la relación entre los rendimientos de los activos financieros y las expectativas de los agentes. Además se describen brevemente conceptos financieros que son de utilidad para la comprensión de la metodología utilizada.

### 2.1 Expectativa de inflación

La teoría que relaciona las expectativas de inflación con los mercados financieros tiene su base en el trabajo pionero de Irving Fisher (1930). La conocida ecuación de Fisher, define la tasa de interés real ex ante  $r_t$  como la diferencia entre la tasa de interés nominal  $i_t$  y la tasa de inflación esperada a un plazo determinado  $E_t(\pi_{t+1})$ . Una aproximación simple de esta relación (válida para valores pequeños de  $i_t$ ) es:

$$i_t \approx r_t + E_t(\pi_{t+1}) \quad (2)$$

En largo plazo, el rendimiento real tiende al nivel de equilibrio determinado por sus fundamentales, por lo tanto, un incremento de la tasa de interés nominal se reflejaría en un incremento de la tasa de inflación esperada. Si las expectativas inflacionarias fuesen un predictor perfecto de la inflación futura, la tasa de interés real sería conocida con certeza. Sin embargo, al existir incertidumbre con respecto a la evolución futura de los precios, los activos con tasa de interés nominal fija ofrecen una rentabilidad real incierta. Si los agentes son aversos al riesgo demandarán una prima por inflación que les compense de asumir ese riesgo. En tal caso, la diferencia entre los tipos de interés nominales y la tasa esperada de inflación ya no será igual al tipo de interés real, sino que incorporará también la prima por inflación.

Siguiendo a Lucas (1978) se puede derivar esta prima por riesgo de inflación a partir de un proceso de optimización de los agentes económicos y obtener una versión ampliada de la ecuación de Fisher. Esta prima por inflación se expresa como el producto de dos factores: el coeficiente de aversión relativa al riesgo de los agentes y la covarianza esperada entre precios y consumo (véase Rico 1999).

## 2.2 Expectativa de variación del tipo de cambio

La condición de paridad de tasas de interés provee el fundamento teórico para la obtención de expectativas de variación cambiaria a partir de las tasas de interés. Esta condición establece una relación simple entre la tasa de interés de un activo denominado en cierta moneda, la tasa de interés de un activo similar denominado en otra moneda y el tipo de cambio esperado entre estas monedas en un momento determinado.

De acuerdo con Isard (2006), la paridad de tasas cobró relevancia a partir de exposiciones de Keynes a inicios de la década de 1920, cuando llamó la atención hacia el rápido crecimiento de los mercados de futuros luego de la primera Guerra Mundial. Las transacciones en estos mercados propiciaron la noción de paridad cubierta de tasas, relacionando el diferencial de tasas en monedas distintas con las diferencias entre los tipos de cambio futuro (*forward*) y presente (*spot*).

Bajo esas circunstancias un inversionista puede invertir un monto inicial en un activo denominado en moneda doméstica, el cual paga una tasa de interés ( $i_t$ ) entre los períodos  $t$  y  $t+1$ . Alternativamente, puede convertir el monto de su inversión al tipo de cambio presente en el momento  $t$  ( $s_t$ ) y adquirir un activo denominado en moneda extranjera, cuya tasa de interés entre  $t$  y  $t+1$  es  $i_t^*$ , para luego reconvertirlo a moneda doméstica al tipo de cambio futuro contratado en el período  $t$  para el momento  $t+1$  ( $f_t$ ). Si las inversiones alternativas difieren únicamente en la moneda de denominación, y no se consideran primas por riesgos de ningún tipo, el equilibrio de mercado requiere que se cumpla la condición de paridad cubierta de tasas:

$$1 + i_t = \frac{s_t (1 + i_t^*)}{f_t} \quad (3)$$

A partir de esta condición se desarrolla el supuesto de paridad descubierta de tasas, al postular que las fuerzas del mercado dirigirán el tipo de cambio futuro a igualar la expectativa del valor futuro del tipo de cambio presente:

$$1 + i_t = \frac{s_t (1 + i_t^*)}{E_t (s_{t+1})} \quad (4)$$

Es posible reformular la ecuación 4 para expresar la expectativa de variación del tipo de cambio entre el período  $t$  y  $t+1$  como la diferencia entre las tasas de interés externa y doméstica.<sup>4</sup>

$$DT_t = \frac{E(s_{t+1}) - s_t}{s_t} = \frac{(1+i_t^*)}{(1+i_t)} - 1 \quad (5)$$

El razonamiento que conduce a la condición de paridad cubierta y al supuesto de paridad descubierta de tasas se abstrae de cualquier elemento de riesgo de crédito, control de capitales, impuestos a las inversiones o cualquier otro que puedan agregar una diferencia entre las tasas de interés de dos activos denominados en diferente moneda. La paridad descubierta, además, agrega el supuesto de racionalidad en las expectativas de variación cambiaria, lo cual implica que el término de error de los valores esperados con respecto a los observados tiene media cero y no presenta correlación serial.

### 2.3 Expectativas y mercados financieros

El mercado financiero es uno de los principales medios por los cuales los agentes pueden distribuir su consumo a lo largo del tiempo, con independencia del patrón temporal de sus ingresos. En el caso de una economía con apertura de capital, el mercado financiero también permite la asignación del ahorro entre activos domésticos y externos. La variable clave para estas asignaciones de consumo y ahorro es la retribución real del capital que reciben los agentes y que les permite consumir más en el futuro. El rendimiento nominal se determina mediante la interacción de la oferta y la demanda de fondos prestables, y a partir de este los agentes “calculan” el rendimiento real esperado de cada activo, tomando en cuenta sus expectativas de inflación y de variación cambiaria.

#### 2.3.1 Títulos valores y curva de rendimiento.

El precio se obtiene a partir de la relación entre el valor facial del instrumento ( $V_t$ ) y el valor presente de la serie de pagos fijos a fechas futuras determinadas que recibirá el dueño del título ( $V_0$ ). La fórmula básica para establecer el precio de un título corresponde a la de valor presente:

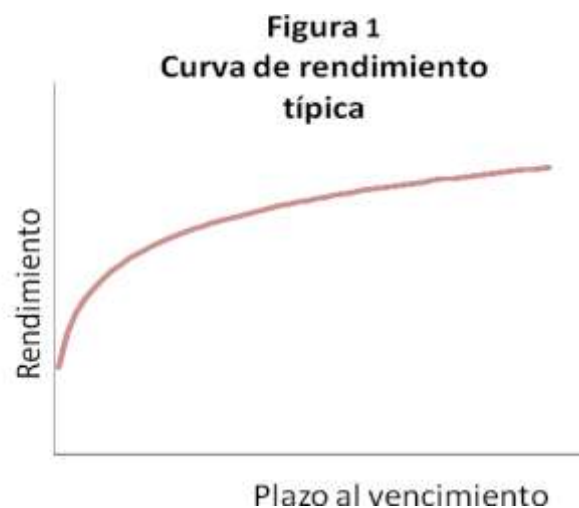
$$V_0 = \sum_{t=1}^T \frac{V_t}{(1+i_t)^t} \quad (6)$$

---

<sup>4</sup> En este caso, el tipo de cambio  $s$  está definido como unidades de moneda extranjera por unidad de moneda doméstica (a la inversa de como se suele expresar el tipo de cambio en Costa Rica).

La tasa de descuento para llevar los pagos futuros a valor presente es la tasa de interés de mercado  $i_t$ . Cuando un título se emite por primera vez (mercado primario) la tasa facial es igual a la tasa de mercado, por lo que el valor presente y el valor facial del instrumento son el mismo y el precio es 100. En el mercado secundario, donde los participantes transan valores a los que les resta una fracción de su duración, la tasa de mercado y la tasa facial por lo general son distintas, por lo que el precio puede ser mayor o menor que 100. Se intuye de la ecuación (6) que existe una relación inversa entre el rendimiento de mercado y el valor actual ( $y$ , por lo tanto, el precio) de un título.

Una regularidad empírica de particular interés para este estudio es que usualmente el rendimiento de un título aumenta conforme aumenta el plazo a vencimiento. Esta relación directa entre rendimiento y plazo para un mismo título valor se puede ilustrar mediante una *curva de rendimiento*, como se ilustra en la Figura 1.



Existen varias explicaciones teóricas para la pendiente positiva de la curva de rendimiento, tres de las más conocidas se reseñan brevemente a continuación.

### *Hipótesis de las expectativas*

Esta hipótesis implica que si no existe incertidumbre sobre el nivel futuro de las tasas de interés, sus niveles actuales y futuros deberían ser iguales y por ende la curva de rendimiento debería ser plana. De esta forma, una pendiente positiva se explica por el efecto de la incertidumbre acerca de las tasas futuras. Cambios no anticipados en las tasas de interés afectan el valor de los títulos en el mercado secundario. Así pues, las expectativas del inversionista sobre futuras ganancias o pérdidas de capital están relacionadas con sus expectativas sobre las tasas de interés futuras. A esa posibilidad de pérdidas se le conoce como *riesgo por interés* y es generalmente aceptado que tiende a incrementarse conforme aumenta el plazo al vencimiento<sup>5</sup>. Si el riesgo por interés se incrementa con el plazo, los inversores aversos al riesgo exigirán una compensación en el interés que también se incrementará con el plazo.

### *Teoría de la preferencia por la liquidez*

En síntesis, la teoría de la preferencia por la liquidez estipula que la mayoría de inversionistas prefiere invertir a plazos cortos, de forma que la relativa escasez de inversionistas con preferencia a invertir a plazo más largo impele a los emisores de títulos a ofrecer una prima por adquirir títulos a plazos mayores. Esta teoría se fundamenta en la teoría keynesiana de preferencia por la liquidez y en la teoría del *hábitat preferido* de Modigliani y Sutch (1966).

### *Inflación*

Las teorías de las expectativas y de la preferencia por la liquidez asumen implícitamente que la inflación futura es conocida por los participantes del mercado, pero obviamente esto no es así en la realidad. Si los tipos de interés a corto plazo y las expectativas de los agentes sobre la inflación futura incorporan la información relevante más reciente, las expectativas sobre la inflación para el período  $t+2$  formadas en  $t+1$  serían más acertadas que las del momento  $t$ . Por ende, en  $t+1$  los agentes estarían en mejor posición para juzgar la tasa de interés adecuada para  $t+2$ . Así pues, invertir a plazos mayores implica un mayor riesgo por inflación, por lo que existe un incentivo para ofrecer tipos mayores conforme el plazo de los títulos aumenta<sup>6</sup>.

Debe señalarse que si en una economía el mercado financiero está poco desarrollado, como en el caso de Costa Rica, pueden existir limitaciones para la estimación de curvas de rendimiento o para su uso como herramienta para extraer información sobre la actividad económica o la inflación.

---

<sup>5</sup> Para una ilustración del argumento tras esta afirmación ver Russell (1992), que presenta una reseña sobre la teoría de las expectativas para la estructura temporal.

<sup>6</sup> Brealey y Schaefer (1977) presentan un desarrollo formal de este resultado.

### 2.3.2 Títulos indexados por inflación

La incertidumbre sobre la inflación futura puede generar desconfianza para invertir a plazos mayores debido a la posibilidad de un rendimiento real menor al esperado una vez que se toma en cuenta la inflación del período relevante. Esta es una razón por la que en el mercado se ofrecen títulos indexados por inflación. Estos valores ofrecen cupón y pagos principales ajustados de acuerdo con alguna medida de la inflación observada en el período previo a que los pagos sean realizados. El rendimiento de un valor indexado corresponde al rendimiento real que el inversionista obtiene al mantener el valor hasta su vencimiento. Este tipo de valores brinda protección contra incrementos inesperados en la inflación.

Un beneficio adicional de estos títulos es que han permitido el desarrollo de indicadores de las expectativas de mercado sobre la inflación futura, al comparar el rendimiento de títulos indexados con el de títulos nominales.

## 3 Metodologías para la estimación de expectativas de variación cambiaria y de inflación

### 3.1 Diferencial de tasas de interés

En la sección 3.2 se expuso cómo a partir del supuesto de paridad descubierta es posible expresar la expectativa de variación del tipo de cambio como el diferencial entre las tasas de interés externa y doméstica. A partir de esta noción, se calcula un diferencial de tasas como indicador de expectativas de variación cambiaria para Costa Rica:

$$DT_t = \frac{(1 + y_t)}{(1 + y_t^*)} - 1 \quad \begin{matrix} 7 \\ ( ) \end{matrix}$$

donde  $y_t$  es el retorno de un activo denominado en moneda doméstica y  $y_t^*$  es el retorno de un activo denominado en moneda extranjera con la misma madurez.

### 3.2 Inflación de equivalencia o “break even”

Si los mercados de valores indexados y de valores convencionales son eficientes y opera el arbitraje de los inversionistas, de forma que ambos mercados incorporen la misma información sobre tasas de interés reales, es de esperar que la diferencia entre las tasas de interés nominales y las reales revele información sobre las expectativas de inflación de los agentes.

Partiendo de esta idea, la medida de inflación de equivalencia<sup>7</sup> se calcula como la diferencia entre el retorno de un bono nominal y uno indexado de igual madurez. El retorno nominal derivado de un bono indexado es igual a su rendimiento más un monto acumulado de inflación, mientras que el retorno nominal de un bono nominal está dado únicamente por su rendimiento. Por ende, la inflación de equivalencia (IE) corresponde a la tasa de inflación promedio que debería ocurrir a lo largo del período de maduración de los bonos para que sus rendimientos sean iguales (de ahí su nombre). Se calcula de la siguiente forma:

$$IE_{t,i} = \frac{(1 + y_{t,n})}{(1 + y_{t,n}^{index})} - 1 \quad \begin{matrix} 8 \\ ( ) \end{matrix}$$

donde  $y$  representa el retorno nominal y  $y^{index}$  el retorno real, ambos medidos en el momento  $t$  (ex ante) para el plazo  $n$ .

A pesar del atractivo que tiene la sencillez de esta metodología, debe considerarse que medir las expectativas de inflación mediante la IE puede implicar sesgos debidos, entre otras razones, a la posibilidad de prima por riesgo de inflación en el rendimiento del bono nominal o de prima por liquidez<sup>8</sup>.

### 3.3 Medida de compensación de la inflación

La medida de compensación de inflación, desarrollada por Sack (2000), se fundamenta en la creación de un *benchmark* nominal alternativo: a partir de un portafolio de valores nominales se crea un título nominal artificial con liquidez comparable a la del título indexado y que replique exactamente su patrón de pagos esperados. En particular, la medida de compensación de inflación CI es la tasa de inflación constante que iguala el valor del portafolio nominal con el valor del título indexado.

---

<sup>7</sup> Traducción libre del inglés *break-even inflation rate*.

<sup>8</sup> Véase Sack (2000) para una discusión sobre otras fuentes de sesgo, como diferencias en la duración de los bonos o en el impacto de tasas de interés reales sobre ambos tipos de bono.

Para empezar, el valor del título indexado se expresa como el valor presente de su flujo de pagos *nominales*, incluidos cupones y principal, suponiendo una tasa de inflación constante. Si el título es de periodicidad semestral y el primer pago de cupón será dentro de seis meses, su precio  $P_t$  viene dado por:

$$P_t(n) = \sum_{i=1}^{2n} c \cdot (1 + \pi)^{i/2} \cdot d_t(i/2) + 100 \cdot (1 + \pi)^n \cdot d_t(n) \quad 9 \quad ( )$$

donde  $n$  es la madurez en años del título indexado,  $c$  es su tasa cupón,  $\pi$  es la tasa de inflación y  $d_t(n)$  es una función de descuento, que mide el valor actual de un pago de una unidad monetaria hecho  $n$  años en el futuro.

Esta función de descuento se calcula a partir de los rendimientos de títulos nominales a diferentes plazos. Sack (2000) la calcula por medio de una curva de rendimiento estimada usando los rendimientos de STRIPS del Tesoro<sup>9</sup>. A partir de la curva de rendimiento estimada se calculan precios de títulos cero cupón con vencimientos iguales a los de los cupones y el principal del título indexado. Estos valores son los que se usarán como factores de descuento.

Sack indica que el lado derecho de la ecuación puede interpretarse como el valor de un portafolio de títulos nominales, con una ponderación de  $c \cdot (1 + \pi)^n$  para un título que venza en  $n$  años. Así pues, el lado derecho de la ecuación 9 representa el valor del portafolio nominal y el lado izquierdo es simplemente el precio del título indexado. Si se conocen los valores de la función de descuento y del precio, la CI se obtiene como el valor de  $\pi$  que iguala ambos lados de la ecuación.

Por tener el portafolio nominal una liquidez más comparable a la del título indexado, es de esperar que se reduzcan las distorsiones debidas al premio por liquidez. Sin embargo, la CI aún incluiría un premio por riesgo de inflación. El método de CI tiene la ventaja práctica de no requerir la comparación de títulos indexados con títulos nominales con el mismo vencimiento, debido a que la comparación es con un título artificial que puede construirse para cualquier plazo. Por esta razón es posible realizar estimaciones en todos los casos que haya información disponible de títulos indexados. Esta mayor flexibilidad del método redunda en una cantidad superior de cálculos de CI con respecto a la IE.

### 3.4 Aplicación para el caso de Costa Rica

La aplicación de las metodologías descritas al caso de Costa Rica requiere adaptarlas a las particularidades del mercado financiero doméstico y a la disponibilidad de información, aspectos que se describen en esta sección.

<sup>9</sup> Los *Separate Trading of Registered Interest and Principal Securities*, o STRIPS, son títulos cuyo principal e intereses se han separado y pueden venderse individualmente en el mercado secundario.

### 3.4.1 Títulos en Unidades de Desarrollo

Dado que las medidas de inflación de equivalencia y de compensación de inflación se basan en información relacionada con títulos indexados por inflación, es importante describir los títulos de este tipo negociados en el mercado financiero costarricense.

En Costa Rica, los títulos indexados por inflación están denominados en una unidad de cuenta llamada unidades de desarrollo (UDES). Las UDES fueron introducidas en 1993 con el fin primordial de aumentar la colocación de deuda de mediano y largo plazo. Su valor refleja el poder adquisitivo de la moneda y se calcula con base en los cambios del Índice de Precios al Consumidor (IPC). La Superintendencia General de Valores (SUGEVAL) publica mensualmente el valor diario de las UDES para los siguientes 30 días.

Únicamente dos entidades emiten títulos indexados: el Ministerio de Hacienda y el Banco Nacional de Costa Rica (BNCR, un banco comercial de propiedad estatal). Este último emite papeles comerciales de corto plazo y bonos con vencimiento entre 2 y 7 años. Los TUDES del Ministerio de Hacienda se emiten con vencimientos de mediano plazo (2 a 5 años) y de largo plazo (10 a 20 años), no obstante estos últimos no se incorporan en el análisis al no existir títulos de rendimiento nominal fijo emitidos a estos mismos plazos para poder compararlos.

El procedimiento de cálculo de las UDES y el detalle de las características de los títulos indexados se presentan en el Anexo 8.1.

### 3.4.2 Fuente de información

Se utilizó información sobre transacciones de títulos de deuda extraída de las bases de datos administradas por la Bolsa Nacional de Valores (BNV), la cual mantiene un registro diario de todas las transacciones realizadas en el mercado accionario y en los mercados de deuda primario y secundario. Esta información puede obtenerse por medio del Sistema de Información de Business Objects (SIBO)<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> El SIBO es un software que se instala en las terminales de consulta del cliente de los servicios de información de la BNV. Permite realizar consultas personalizadas sobre la información histórica y en tiempo real que se administra en la Bolsa. Los reportes de consulta pueden actualizarse con la periodicidad deseada por el usuario y es posible integrar información de los datos disponibles en el sistema.

Con esta herramienta se generó una base de datos con transacciones en el mercado primario y secundario de títulos de renta fija emitidos por entidades del sector público de similar riesgo. Estos son el Ministerio de Hacienda (Títulos de Propiedad, TUDES y Títulos de Deuda Externa), el Banco Central (Bonos de Estabilización Monetaria y Certificados de Depósito) y el Banco Nacional (títulos estandarizados, papeles comerciales y certificados de depósito). Las transacciones incluidas fueron efectuadas entre enero de 2005 y febrero de 2009 y contienen información que incluye emisor, fechas de liquidación, último pago de intereses y vencimiento del título, denominación (colones, en dólares o UDES), tasa facial, periodicidad del pago de intereses, valor facial, valor transado, precio de mercado y rendimiento nominal.

### **3.4.3 Tratamiento de la información**

Los procedimientos de cálculo fueron adaptados a la disponibilidad de información. En particular, el tamaño relativamente pequeño del mercado de deuda costarricense implica que no se llevan a cabo suficientes transacciones de títulos con las condiciones necesarias para realizar las estimaciones con frecuencia menor a la mensual. Las metodologías de la inflación de equivalencia y del diferencial de tasas de interés requieren que los títulos negociados en un día particular tengan la misma fecha de vencimiento, pero no es frecuente en el mercado local observar transacciones diarias que cumplan ese requerimiento. Por esta razón se decidió agregar la información en transacciones realizadas en un período de 30 días y con un vencimiento similar. Las operaciones agrupadas de esta forma se separaron en títulos indexados, en colones y en dólares. El siguiente paso fue obtener promedios ponderados de los rendimientos nominales de cada grupo de títulos, utilizando como ponderador el valor transado en cada operación. Finalmente, a partir de estos rendimientos ponderados se calcularon las medidas de la inflación de equivalencia (IE) y diferencial de tasas (DT) correspondientes a cada mes. Debe acotarse que incluso con este tratamiento de la información disponible no fue posible obtener series continuas para los indicadores.

Las estimaciones así obtenidas no corresponden de forma exacta a las metodologías descritas en la literatura sobre el tema, tomando en cuenta que no se comparan títulos emitidos exactamente en la misma fecha y con el mismo vencimiento. Esto podría llevar a que la comparación de rendimientos incluya diferencias que no correspondan únicamente a expectativas y riesgo por inflación.

En el caso de la medida de compensación de inflación CI las estimaciones se realizan a partir de dos elementos básicos: la función de descuento basada en una curva de rendimientos nominales y el precio de mercado de los títulos indexados. El precio  $P_t$  de la ecuación 9 corresponde en este estudio al promedio ponderado de los precios de mercado de los títulos, utilizando como ponderador el valor transado en cada operación.

Por otro lado, para obtener la función de descuento apropiada para cada mes se ajustaron curvas de rendimiento a partir de los rendimientos de títulos nominales con vencimientos similares. El Anexo 8.2 presenta una descripción detallada del proceso de ajuste de las curvas de rendimiento y el Anexo 8.3 explica un ejemplo del cálculo de la CI.

## 4 Resultado

Las estimaciones obtenidas permiten hacer inferencias generales sobre el comportamiento de las expectativas de inflación de los participantes en el mercado de deuda costarricense. Debe tenerse presente que con la información disponible no fue posible realizar cálculos para todos los meses del período considerado. Además, el número de horizontes para el cual se pudo obtener estimaciones también estuvo limitado por las características de las transacciones registradas. Se realizaron cálculos para todos los horizontes inferiores a 60 meses en que fuera posible, pero en esta sección solo se presentan los resultados para horizontes de 3, 6, 12 y 22-27 meses.

### 4.1 Expectativas de inflación

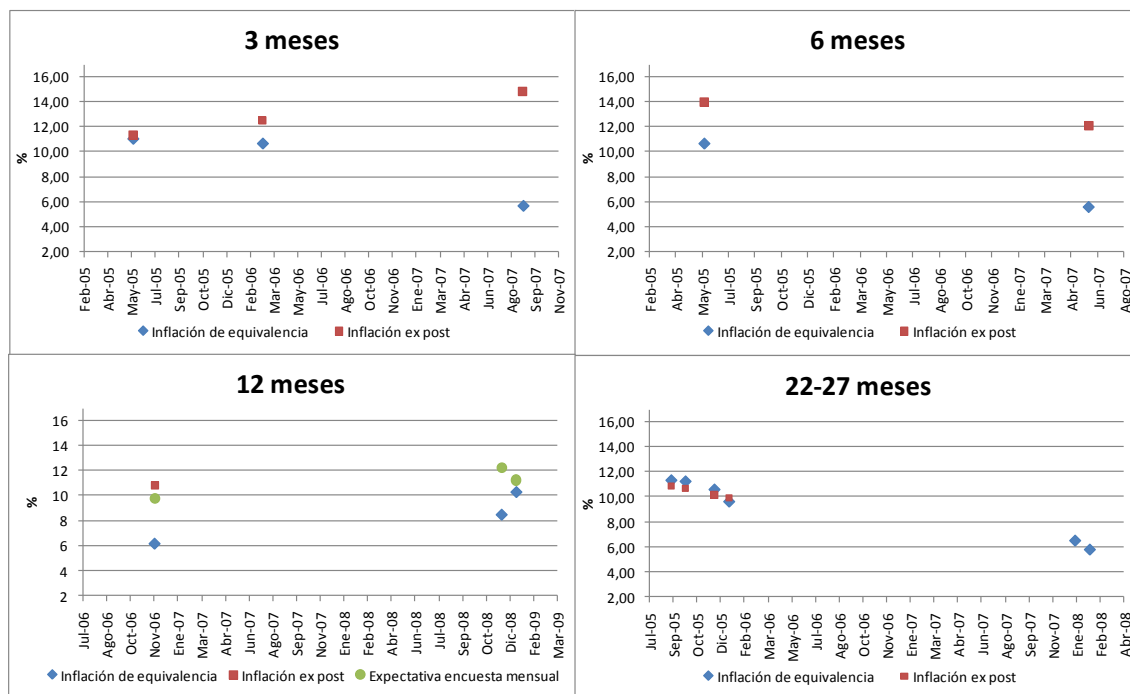
Los grupos de gráficos 1 y 2 muestran, respectivamente, las estimaciones de inflación de equivalencia (IE) y de compensación de inflación (CI) para diferentes horizontes. Suponiendo que el riesgo por inflación no varía significativamente en el tiempo, la tendencia decreciente que se observa en ambos indicadores podría atribuirse a una disminución de las expectativas inflacionarias entre el 2005 y el 2007. Para ambas medidas, la mayoría de los valores en meses de 2005 y principios de 2006 se ubica por encima de 10%, mientras que para meses de 2007 y principios de 2008 esos valores se concentran consistentemente alrededor de 6%. Este resultado se mantiene para horizontes cortos (3-6 meses), así como para horizontes mayores (22-27 meses). Con un horizonte de 12 meses los indicadores sugieren un repunte de la expectativa de inflación a finales de 2008. Este repunte en el nivel de la expectativa a 12 meses también se refleja en las expectativas resultantes de la *Encuesta mensual de expectativas de inflación y variación del tipo de cambio* aplicada por el Banco Central de Costa Rica<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Esta encuesta mensual se realiza desde enero del 2006 y en ella se solicita una expectativa de inflación para un único horizonte, de 12 meses, de ahí que no exista información de la encuesta para meses anteriores a esa fecha o para otros horizontes.

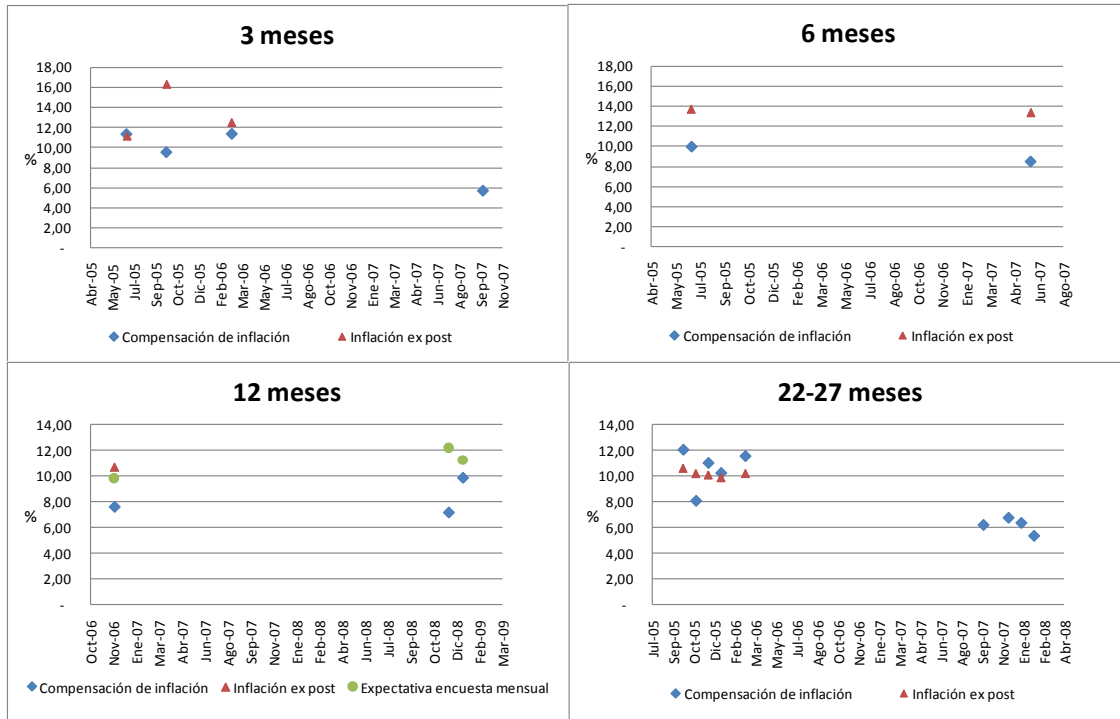
### Grupo de gráficos 1

Valores de la medida de inflación equivalente (IE) y de la inflación efectiva a diferentes plazos



## Grupo de gráficos 2

### Valores de la medida de compensación de inflación (CI) y de la inflación efectiva a diferentes plazos

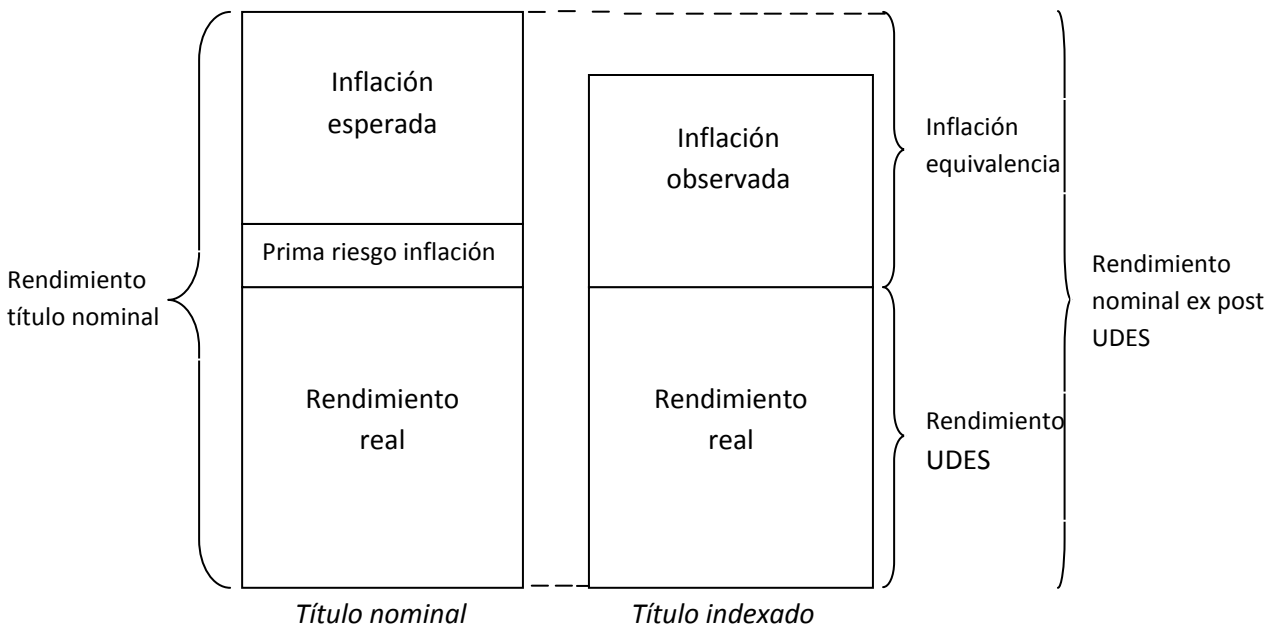


En general, puede apreciarse que a lo largo del período considerado las expectativas de inflación calculadas por ambas metodologías fueron inferiores a la inflación observada<sup>12</sup>. Esta subestimación es más pronunciada en las expectativas de plazo corto plazo (3 y 6 meses). Una posible explicación de esa diferencia es que los títulos indexados y los títulos nominales utilizados en el cálculo no tienen las mismas características de liquidez y riesgo de emisor.

<sup>12</sup> La inflación observada se calculó como la variación porcentual anualizada del nivel mensual del Índice de Precios al Consumidor entre los meses de negociación y vencimiento de los títulos valores usados en el cálculo de la medida de expectativa de inflación.

En primer lugar, dado que los títulos indexados garantizan un rendimiento real, existe un incentivo a mantenerlos hasta su vencimiento, lo que se refleja en un volumen de transacción relativamente bajo. Esto podría implicar la existencia de un premio por la menor liquidez del título indexado. Por otra parte, existe la posibilidad de que el rendimiento de los títulos indexados incluya un premio por riesgo de emisor, dado que para plazos cortos la mayoría de estos títulos fue emitida por el BNCR y los inversionistas podrían considerar que el BNCR tiene mayor riesgo que el Ministerio de Hacienda o el BCCR. Esta posible situación se ilustra en las figuras 2 y 3 para el caso de la medida de inflación de equivalencia.

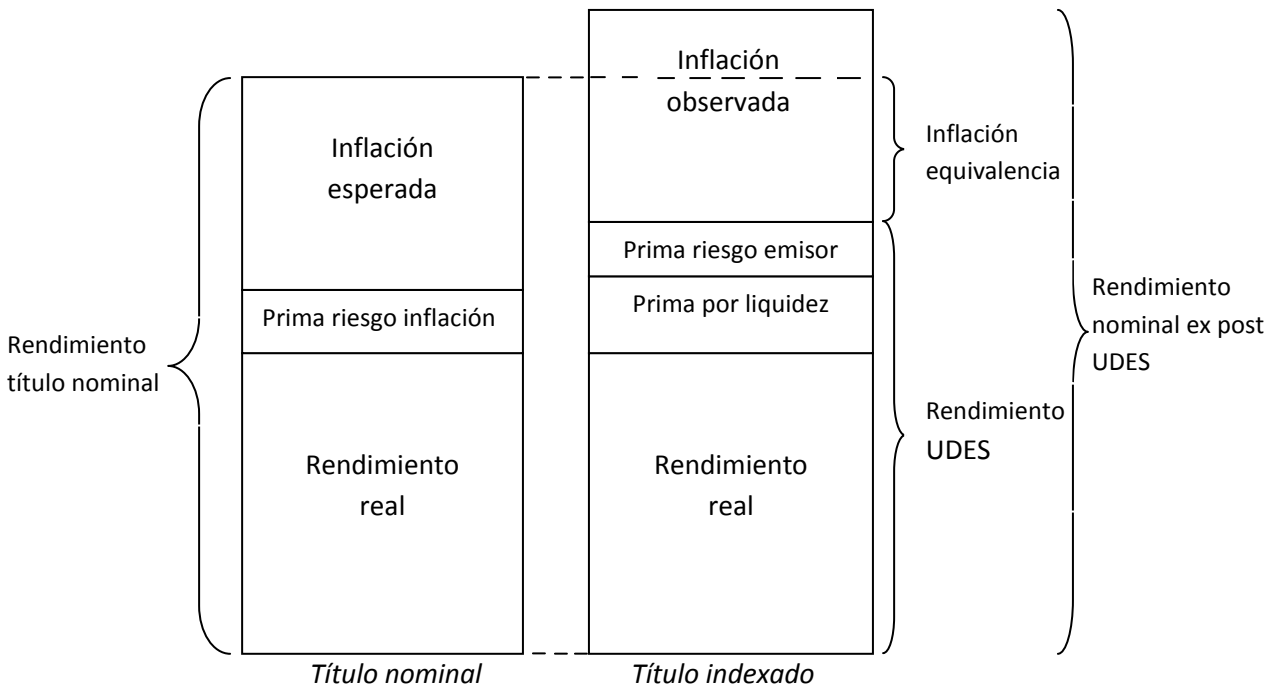
**Figura 2**  
**Descomposición de rendimientos de títulos nominales y de títulos en UDES**  
*Títulos idénticos*



En la primera de ellas se muestra la descomposición del rendimiento de un título nominal y uno indexado con idéntica liquidez y el mismo riesgo de emisor. En el caso de los títulos nominales, incluye el rendimiento real en ausencia de riesgos, una prima por riesgo de inflación y la expectativa de inflación. Por otra parte, el rendimiento del título indexado no incluye primas por riesgo y además es igual al rendimiento real del título nominal. La inflación de equivalencia (IE) en este caso viene dada por la diferencia entre el rendimiento del título nominal y el rendimiento del título en UDES. Si existen expectativas racionales, la inflación observada y la IE deberían diferir únicamente en el premio por riesgo de inflación, por lo que en este caso la IE sería mayor que la inflación observada.

Ahora bien, si el rendimiento del título en UDES incluyera primas por liquidez y riesgo de emisor, como se muestra en la Figura 3, podría darse el caso de que incluso con expectativas racionales la estimación de IE fuera menor que la inflación observada. En este caso, el rendimiento nominal ex post del título en UDES resultaría mayor que el rendimiento nominal del título en colones, lo que efectivamente se observa con los datos disponibles.

**Figura 3**  
**Descomposición de rendimientos de títulos nominales y de títulos en UDES**  
*Títulos con diferencias*



Tal y como se comentó, la subestimación de las medidas de expectativa de inflación con relación a la inflación observada es mayor para plazos cortos (3 y 6 meses). Es de esperar que conforme aumenta el plazo, el premio por riesgo de inflación también aumente, incrementando el rendimiento nominal de los títulos en colones. Por ende, a plazos mayores es más probable obtener valores más altos de IE si los premios por liquidez y riesgo de emisor no disminuyen, y consecuentemente es esperable que la subestimación tienda a desaparecer o a revertirse.

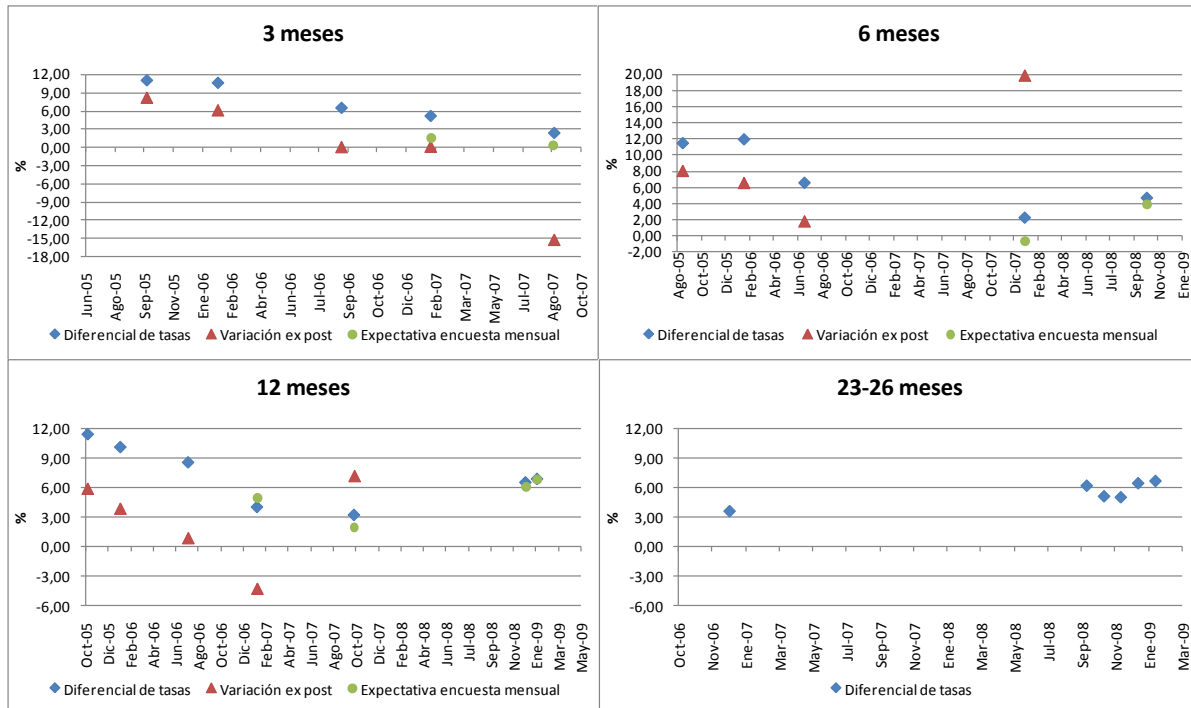
Por otro lado, tanto el valor de la IE como de la CI tienden a ser mayores conforme se incrementa el horizonte de la expectativa. Esto se puede apreciar en los gráficos del Anexo 8.4, que muestran el valor de la inflación de equivalencia y de la compensación de inflación para un mes seleccionado, calculado a diferentes horizontes. Esto no implica necesariamente que la expectativa de inflación se incremente conforme aumenta el plazo, sin embargo entre mayor es el plazo, mayor es la incertidumbre y la prima por riesgo de inflación que exigen los agentes, la cual forma parte de la medida de inflación equivalente. Además, se observa que las estructuras por plazo de los indicadores se trasladan hacia abajo conforme se grafican los cálculos con información más reciente, lo que sugiere una disminución en el nivel de las expectativas de inflación.

#### ***4.2 Expectativas de variación cambiaria***

La expectativa de variación del tipo de cambio calculada a partir del diferencial de tasas de interés presenta una tendencia a la baja entre los años 2005 y 2007, y un repunte en su nivel en los primeros meses de 2008. Este patrón se mantiene para las expectativas a distintos horizontes y es consistente con el comportamiento de las expectativas derivadas de la encuesta mensual de expectativas aplicada por el BCCR, como se aprecia en el grupo de gráficos 3.

### Grupo de gráficos 3

#### Valores de la medida de expectativa de variación del tipo de cambio (diferencial de tasas) y de la variación cambiaria efectiva a diferentes plazos



En la mayoría de casos la medida del diferencial de tasas es superior a la variación cambiaria observada, lo cual no implica que las expectativas de los agentes sobreestimen de forma permanente la variación del tipo de cambio. Esta diferencia más bien refleja la existencia de un riesgo por inflación que hace incierto el rendimiento real de los títulos en colones y que exige un premio a los títulos en esa moneda. Así pues, el indicador de diferencial de tasas puede expresarse como

$$DT_t = vc_t^e + \rho \quad (10)$$

donde  $vc_t^e$  es la expectativa de variación cambiaria "pura" y  $\rho$  es el premio por riesgo de inflación implícito en el diferencial de tasas.

Es deseable contar con una estimación de dicho premio por inflación con el fin de obtener una medida más exacta de la expectativa de variación del tipo de cambio ( $vc^e$ ). Suponiendo que  $\rho$  es constante y que, siendo congruente con el supuesto de expectativas racionales, los desvíos de  $vc^e$  con respecto al valor observado tienen media cero, la desviación promedio del diferencial de tasas con respecto a la variación cambiaria puede ser un estimador del premio por riesgo de inflación. Utilizando ese estimador, el valor calculado del premio por inflación es de 230 puntos base en el caso del diferencial de tasas a 1 mes y se incrementa para horizontes mayores, alcanzado los 512 puntos base a 12 meses. Este comportamiento de la prima por inflación también se refleja en los gráficos del Anexo 8.5, que muestran las medidas de diferencial de tasas a varios plazos para meses seleccionados.

Las medidas de expectativas a partir del diferencial de tasas muestran desvíos más volátiles cuando el horizonte vence después de octubre del 2006<sup>13</sup>. Esto podría reflejar que las expectativas formadas bajo el esquema de minidevaluaciones no resultaron adecuadas cuando entró en vigencia un esquema cambiario menos predecible. Por ejemplo, la disminución del tipo de cambio posterior al inicio del régimen de banda cambiaria parece no haber sido anticipada por los agentes que participan en el mercado de deuda. En las expectativas implícitas en las transacciones posteriores al inicio de la banda cambiaria sí se observa una tendencia a la baja, pero los desvíos siguen siendo más variables que bajo el régimen de minidevaluaciones.

## 5 Conclusiones

Este trabajo realiza un aporte al estudio de las expectativas en Costa Rica al utilizar la información del mercado de títulos de deuda costarricense para hacer inferencias generales sobre el comportamiento de las expectativas de inflación y de variación del tipo de cambio. En particular, se procuró que los cálculos de las expectativas se realizaran a partir de títulos de deuda negociados en fechas similares, con vencimientos semejantes y que fuesen emitidos por instituciones con riesgo comparable. Mediante ese procedimiento, los indicadores corresponden más cercanamente a las expectativas de los agentes que medidas calculadas a partir un grupo más heterogéneo de valores. Una limitación, no obstante, es que con la información disponible no es posible obtener series de estimaciones para los indicadores.

---

<sup>13</sup> Utilizando todos los diferenciales calculados, la desviación estándar del error de pronóstico para horizontes con vencimiento antes de octubre de 2006 es 1.07, frente a 6.77 para horizontes posteriores a ese mes.

La tendencia decreciente en las medidas de inflación de equivalencia (IE) y de compensación de inflación (CI) entre los años 2005 y 2007 sugiere una disminución en el nivel de las expectativas de inflación durante ese período. También se observa una tendencia decreciente en las expectativas de variación del tipo de cambio obtenidas a partir del diferencial de tasas de interés en colones y en dólares. Sin embargo, en los primeros meses de 2008 se puede apreciar un repunte en el nivel del diferencial de tasas, mientras que hacia finales de ese año también se evidencia un incremento en los indicadores de expectativas de inflación a 12 meses. Este comportamiento también se observa en las medidas obtenidas de la encuesta mensual de expectativas aplicada por el BCCR.

Para los plazos entre 3 y 6 meses, los indicadores de expectativas de inflación consistentemente subestiman el nivel de la inflación observada, lo que podría resultar de diferencias de liquidez o riesgo de emisor entre los títulos indexados y los nominales. El hecho de que a plazos mayores la expectativa refleje más certeramente el nivel observado no necesariamente significa que los agentes pronostican mejor. Más bien, este resultado sugiere que el mayor premio por riesgo de inflación exigido a plazos más largos podría compensar eventuales premios por liquidez y riesgo de emisor.

En contraste, el diferencial de tasas de interés sobreestima de forma consistente la variación del tipo de cambio. En este caso es posible estimar un premio por inflación que es mayor conforme aumenta el horizonte de la expectativa. Los desvíos de la medida de expectativa muestran un incremento en su variabilidad cuando el horizonte vence después de la entrada en vigencia del régimen de banda cambiaria.

La escasez de títulos indexados emitidos a plazos menores a dos años que puedan compararse con títulos nominales en colones sugiere la conveniencia de considerar la emisión de títulos de deuda pública indexados por inflación para plazos más reducidos a los actuales. Además de satisfacer la eventual demanda por títulos indexados a corto plazo, dicha emisión permitiría calcular indicadores de expectativas de inflación a partir de más información comparable en términos de plazo y riesgo de emisor.

## 6 Bibliografía

Alonso, Francisco; Blanco, Roberto y del Río, Ana (2002). *Estimating Inflation Expectations Using French Government Inflation-indexed Bonds* (Documento de Trabajo No. 0111). Madrid: Banco de España. Disponible en <http://www.bde.es/informes/be/docs/dt0111e.pdf>

Arias, Mauricio; Hernández, Camilo y Zea, Camilo (2006). *Expectativas de inflación en el mercado de deuda pública colombiano* (Serie Borradores de Economía No 390). Bogotá: Banco de la República. Disponible en <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra390.pdf>

- Brealey, Richard y Myers, Stewart (1993). *Principios de finanzas corporativas* (Carmen Ansotegui, Manuel Espitia y Julio Jiménez, Trads). Cuarta edición. México, DF: McGraw-Hill (Traducción de la segunda edición en inglés, de 1991).
- Brealey, Richard y Schaefer, Stephen (1977). Term Structure with Uncertain Inflation. *Journal of Finance*, 32 (2), pp. 277-290.
- Clarida, Richard; Galí, Jordi y Gertler, Mark (1999). The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective. *Journal of Economic Literature*, 37(4), diciembre, pp. 1661-1707.
- Clarida, Richard; Galí, Jordi y Gertler, Mark (2001). *Optimal Monetary Policy in Open versus Closed Economies: An Integrated Approach* (Working Paper No. 8604). Washington, DC: National Bureau of Economic Research.
- Deacon, Mark y Derry, Andrew (1994). Deriving Estimates of Inflation Expectations from the Prices of UK Government Bonds (Working Paper No. 23). Londres: Bank of England. Disponible en <http://www.bankofengland.co.uk/publications/workingpapers/wp23.pdf>
- Demertzis, Maria (2006). The Role of Expectations in Monetary Policy. *International Finance*, 9 (3), pp. 393-412.
- Fisher, Irving (1930). *The Theory of Interest: As Determined by Impatience to Spend Income and Opportunity to Invest It*. Nueva York: The Macmillan Company.
- Galí, Jordi y Gertler, Mark (2007). Macroeconomic Modeling for Monetary Policy Evaluation. *Journal of Economic Perspectives*, 21(4), otoño, pp. 25-45
- Isard, Peter (2006). *Uncovered Interest Parity* (Working Paper No. 06/96). Washington, DC: Fondo Monetario Internacional.
- King, Mervyn (1994). The Transmission Mechanism of Monetary Policy. *Bank of England Quarterly Bulletin*, 4(3), agosto, pp. 261-267.
- Lucas, Robert (1972). Expectations and the Neutrality of Money. *Journal of Economic Theory*, 4, pp.103-124.
- Lucas, Robert (1973). Some International Evidence on Output-Inflation Trade-off. *American Economic Review*, 63(3), junio, pp. 326-334.

- Lucas, Robert (1978). Asset Prices in an Exchange Economy. *Econometrica*, 46(6), nov., pp. 1426-1445.
- Matarrita, Rodrigo (2005). *Matemática financiera de las operaciones bursátiles* (Material de apoyo para el curso *Análisis de Instrumentos Bursátiles*, de la Maestría en Economía). Mimeo, Escuela de Economía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Modigliani, Franco y Sutch, Richard (1966). Innovations in Interest Rate Policy. *American Economic Review* (Papers and proceedings supplement), 56, pp.178-197.
- Muñoz, Evelyn y Torres, Carlos (2006). *Un modelo de formación de expectativas de inflación para Costa Rica* (Documento de Investigación DIE-03-2006-DI/R). San José: Banco Central de Costa Rica.
- Muth, John (1961). Rational Expectations and the Theory of Price Movements. *Econometrica*, 29, julio, pp. 315-335.
- Rico, Paz (1999). *El efecto Fisher y la paridad de interés real. Evidencia para la economía española* (Working Paper EC1999-13). Valencia, España: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas, S.A.
- Russell, Steven (1992). Understanding the Term Structure of Interest Rates: The Expectations Theory. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 74 (4), pp. 36-50.
- Sack, Brian (2000). *Deriving Inflation Expectations from Nominal and Inflation-Indexed Treasury Yields* (Working Paper, Mayo). Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve System. Disponible en <http://www.federalreserve.gov/pubs/feds/2000/200033/200033pap.pdf>
- Scholtes, Cedric (2002). On Market-based Measures of Inflation Expectations. *Bank of England Quarterly Bulletin*, 42(1), primavera, pp. 67-76.
- Simon, Herbert (1972). Theories of Bounded Rationality. En C.B McGuire and Radner (Eds). *Decision and Organization: A Volume in Honor of Jacob Marschik* (Cap. 8). Amsterdam: North Holland.

## 7 Anexos

### 7.1 Anexo: Procedimiento de cálculo de las UDES y características de los títulos indexados.

Las UDES fueron introducidas en 1993 con el fin primordial de aumentar la colocación de deuda a mediano y largo plazo. Su valor refleja el valor adquisitivo de la moneda y se calcula con base en el cambio registrado en el Índice de Precios al Consumidor. La Superintendencia General de Valores (SUGEVAL) publica mensualmente el valor de las UDES para los siguientes 30 días. El procedimiento de cálculo es el siguiente.

- a- Al valor de la UDES del día 10 del mes actual (t) se le suma un Factor de Incremento Diario (FID) en colones para obtener el valor de la UDES del día 11.
- b- Para los días restantes hasta el día 10 del mes siguiente (t+1), se le suma el mismo FID al valor de la UDES del día inmediato anterior.

El Factor de Incremento Diario para el mes t se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$FID_t = \frac{UDES_{(t+1)}^{dia10} - UDES_t^{dia10}}{\text{Número de días del mes } t}$$

donde  $UDES_{(t+1)}^{dia10}$  corresponde al valor de las UDES en el día 10 del mes siguiente. Este valor viene dado por:

$$UDES_{(t+1)}^{dia10} = UDES_t^{dia10} \times \frac{(IPC_{(t-1)})}{(IPC_{(t-2)})}$$

donde IPC se refiere al nivel del Índice de Precios al Consumidor. Es importante resaltar que el valor de las UDES se ajusta de acuerdo con el dato de inflación del mes calendario inmediatamente anterior al mes de publicación y no con el dato contemporáneo.

En Costa Rica dos entidades emiten títulos denominados en UDES: el Ministerio de Hacienda y el Banco Nacional de Costa Rica, cuyas características se describen a continuación.

### *Títulos TUDES del Ministerio de Hacienda*

Las emisiones son estandarizadas, lo que significa que los títulos se emiten con iguales características de valor nominal, plazo, tasa de interés y fecha de vencimiento. Sus principales condiciones son:

- el monto mínimo de inversión es el equivalente a 10 000 UDES y los montos superiores deben ser múltiplos de 100 UDES. El monto en colones para la compra del título se calcula con base en el valor de la UDES del día de la compra.
- La tasa facial es definida por la Tesorería Nacional y depende del plazo de la inversión.
- Los plazos de captación son de dos, tres, cuatro, cinco, diez, quince y veinte años. Los intereses son pagaderos semestralmente, para lo cual se utiliza el valor de la UDES en el día del vencimiento.
- Se colocan mediante los mecanismos de subasta competitiva y ventanilla electrónica.
- Se encuentran sujetos a un 8% sobre los intereses como impuesto sobre la renta.

### *Papeles comerciales y bonos en UDES del Banco Nacional de Costa Rica*

En 2005 el Banco Nacional de Costa Rica (BNCR) empezó a emitir dos tipos de valores estandarizados denominados en UDES: los papeles comerciales y los bonos, ambos con un valor facial de 1000 UDES. Las diferencias fundamentales entre estos valores son dos:

- los bonos se emiten con vencimientos de tres, cinco y siete años, mientras que los papeles comerciales se emiten con vencimiento menor o igual a un año. Existen papeles comerciales con vencimientos de tres, cuatro, seis, siete, nueve y doce meses.
- Los bonos tienen periodicidad semestral, mientras que los papeles comerciales son valores cero cupón.

## **7.2 Anexo: Ajuste de curvas de rendimiento mensuales para títulos en colones**

Para obtener los valores de la función de descuento usados en el cálculo de la CI de cada mes, primero se estimó la curva de rendimiento del mes correspondiente. El procedimiento de estimación fue el siguiente:

- 1- Las transacciones en títulos nominales de cada mes se agruparon de acuerdo con su plazo al vencimiento (en meses).
- 2- Para cada plazo de vencimiento se calculó un rendimiento asociado, obtenido como el promedio ponderado de los rendimientos de los títulos con vencimiento a ese plazo.
- 3- A partir de los datos de plazo y de rendimiento promedio asociado se estimó mediante mínimos cuadrados ordinarios una curva de rendimiento con la forma funcional dada por:

$$y_{t,n} = \alpha + \beta \cdot \ln(n) + u_t$$

donde  $y_{t,n}$  es el rendimiento promedio en el período t al plazo n.

Todos los coeficientes estimados resultaron significativos al 5%, y además las curvas resultantes mostraron buen ajuste. El promedio de los  $R^2$  ajustados de las regresiones de cada mes fue 0.9176 para 2005, 0.8783 para 2006, 0.8538 para 2007 y 0.8775 para 2008. La forma de las curvas de rendimiento obtenidas a partir de las estimaciones corresponde cercanamente a la forma esperada, representada en la figura 1.

También se probó métodos más elaborados de uso frecuente para estimar curvas de rendimiento. En particular, se realizó estimaciones de las curvas de rendimiento mediante *splines* cúbicas. Esta es una técnica de interpolación polinómica que se ha vuelto uno de los métodos más usados para ajustar curvas de rendimiento a partir de datos del mercado. Sin embargo, debido a que la curva ajustada por una *spline* debe pasar por todos los puntos de información, la forma de las curvas resultó irregular y sensible a valores extremos o inusuales. Por esa razón se decidió utilizar el método ya expuesto, más sencillo y con resultados más satisfactorios.

### 7.3 Anexo: Ejemplos de cálculo de las metodologías IE y CI

**Cuadro 1**  
**Ejemplo de cálculo de la medida de inflación equivalente (IE)**

**Período:** Enero 2006  
**Fecha operación:** Ene-06  
**Vencimiento:** 04-Ene-08  
**Horizonte (meses):** 24

a		b		c	
				$\frac{(1+b/100)}{(1+a/100)} \cdot 100 - 100$	
Títulos UDES	Rendimiento UDES	Títulos ¢	Rendimiento ¢	Inflación de equivalencia (IE)	Rendimiento ex post UDES
4	5,59	2	15,79	9,66	15,89

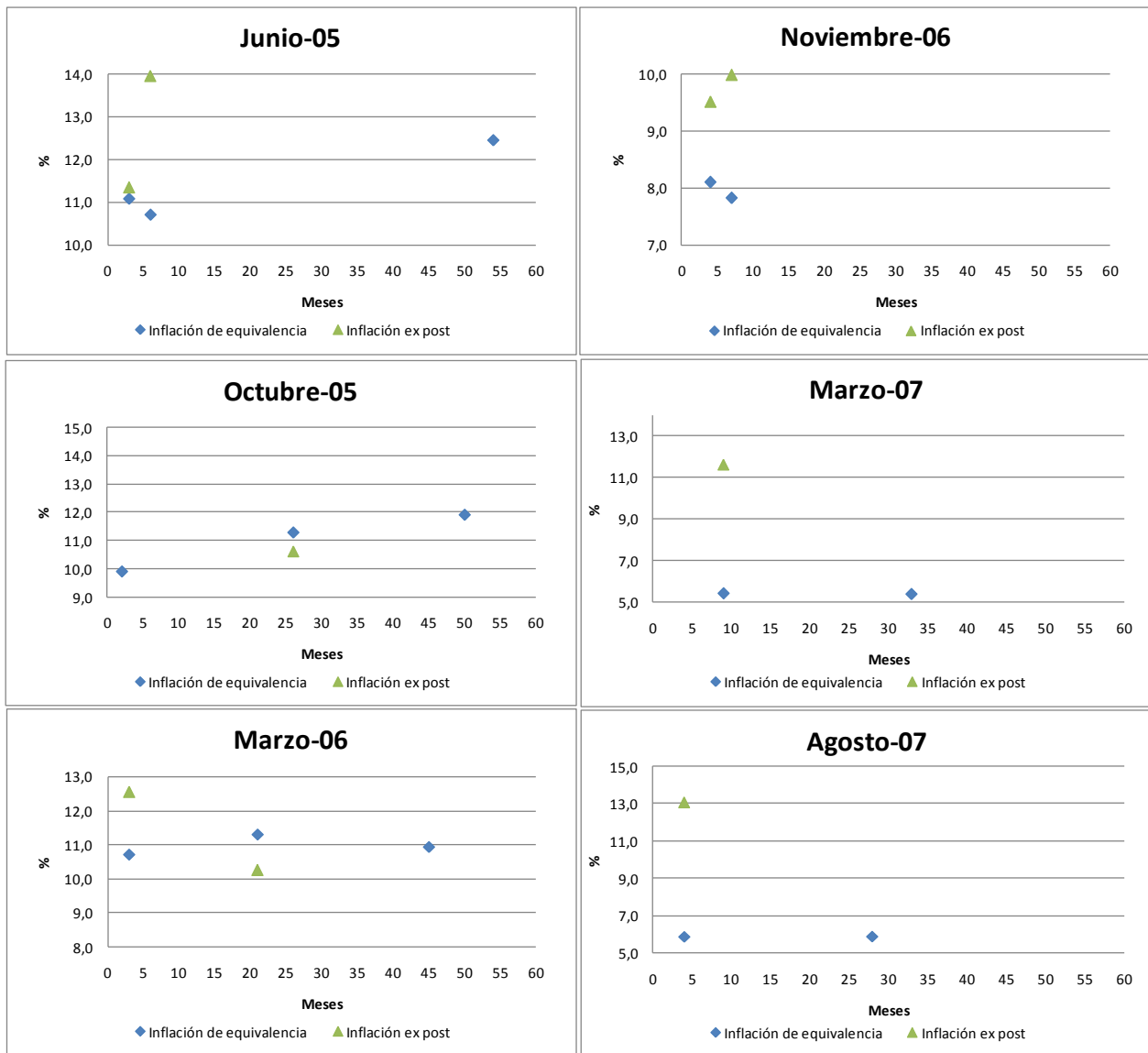
**Cuadro 2**  
**Ejemplo de cálculo de la medida de compensación de inflación (CI)**

**TUDES semestral:** 4 títulos  
**Período:** Enero 2006  
**Fecha operación:** 09-Ene-06  
**Vencimiento:** 04-Ene-08  
**Horizonte (meses):** 24

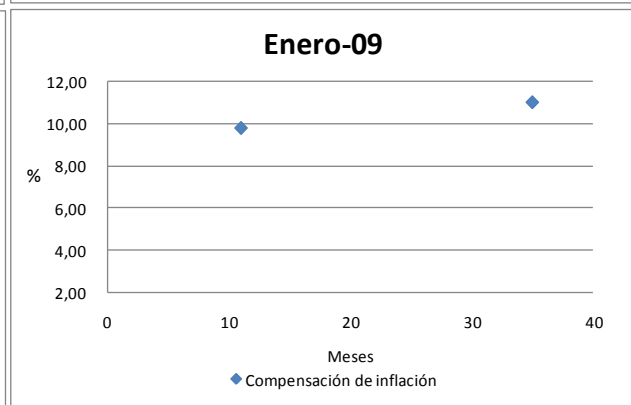
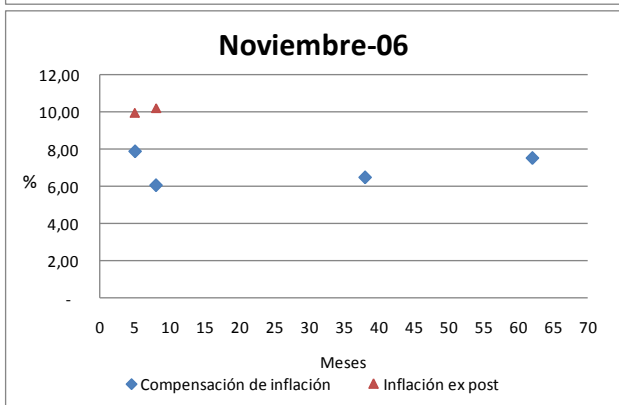
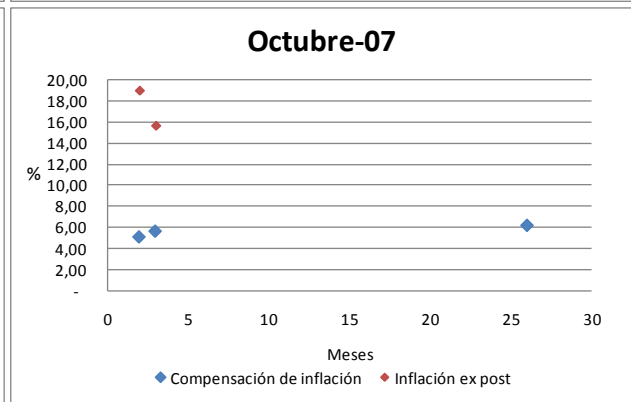
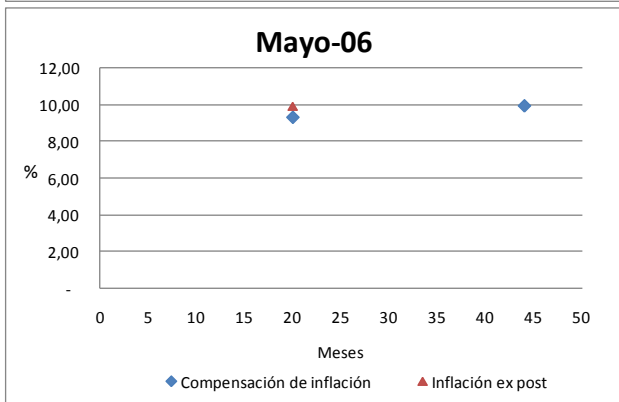
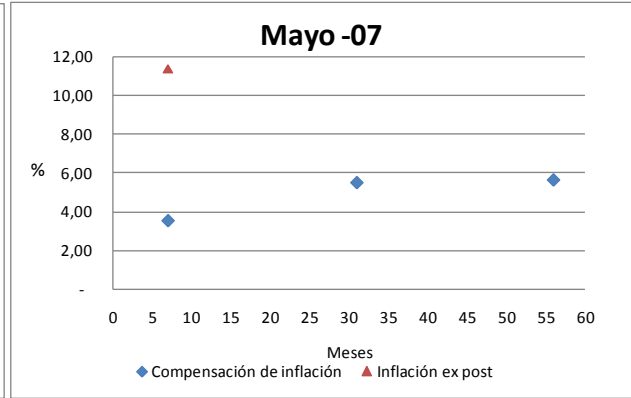
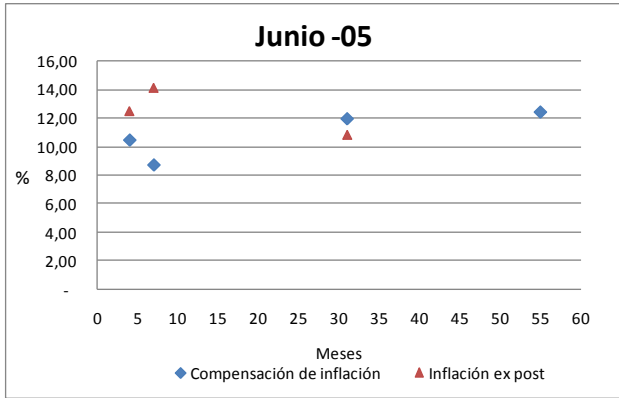
a	b	c	d	e	f	g	h	i
			$\left(1 + \frac{c/2}{100}\right)^2 \cdot 100 - 100$	$1 / \left(1 + \frac{d}{100}\right)^{(a/12)}$	<b>e*b</b>		$\left(1 + \frac{g}{100}\right)^{(a/12)}$	<b>h*f</b>
Meses al vencimiento	Cupones y principal UDES	Curva tasa fija	Tasa efectiva anual	Factor de descuento	Valor presente cupones y principal	Compensación de inflación (CI)	Factor de inflación	Flujos atados al IC
6	1,38	14,226	14,732	0,93	1,29	<b>10,23</b>	1,05	1,35
12	1,38	15,016	15,580	0,87	1,19		1,10	1,32
18	1,38	15,478	16,077	0,80	1,10		1,16	1,28
24	101,38	15,806	16,431	0,74	74,79		1,21	90,86
<b>Precio de mercado calculado (suma flujos atados a la CI)</b>								94,81
<b>Precio de mercado efectivo</b>								94,81
<b>Diferencia</b>								(0,00)

## 7.4 Anexo: Inflación de equivalencia y medida de compensación de inflación para meses seleccionados

Valores de la medida de inflación de equivalencia (IE) y de la inflación efectiva en meses seleccionados



**Valores de la medida de compensación de inflación (CI) y de la inflación efectiva en meses seleccionados**



**7.5 Anexo: Valores de la medida de expectativa de variación del tipo de cambio (diferencial de tasas) y de la variación efectiva en meses seleccionados**

