

## Desaceleración económica e inflación de activos financieros en Colombia

### *Economic Slowdown and Inflation of Financial Assets in Colombia*

Mateo Clavijo Muñoz<sup>1</sup>

DOI: 10.13043/DYS.72.7

#### Resumen

En este artículo se presentan modelos binarios *logit* y *probit* para analizar el impacto de la inflación de los activos financieros (acciones, vivienda y crédito) sobre la probabilidad de desaceleración económica en Colombia, para el período 1990–2011. Se determina el plazo (corto o mediano) con el que cada variable financiera afecta al sector real de la economía y se hace una interpretación del efecto que predomina en la variable al impactar la probabilidad de desaceleración económica. Los resultados muestran que aumentos en el crecimiento del crédito afectan la economía en el corto plazo de manera positiva y disminuyen la probabilidad de desaceleración económica mediante un efecto riqueza. Los aumentos en los precios de la vivienda tienen un efecto riqueza inicial de corto plazo, pero en el mediano plazo tienen un efecto de sobrevaloración de activos. La sobrevaloración hipotecaria puede generar burbujas en los precios de la vivienda y desacelerar la economía en el mediano plazo.

---

1 Maestría PEG, Universidad de los Andes. Correo electrónico: matoclavijo@gmail.com. El autor agradece la orientación y ayuda de Fernando Tenjo. También agradece los comentarios y sugerencias de Hernando Zuleta, Dairo Estrada, Sergio Clavijo, Paula Jaramillo, Laura Clavijo y Germán Galindo.

Este artículo fue recibido el 15 de abril de 2013; revisado el 20 de septiembre de 2013 y, finalmente, aceptado el 1 de octubre de 2013.

Se evidencia que la variable de vivienda es un adecuado indicador de alerta temprana para los ciclos económicos en Colombia.

*Palabras clave:* probabilidad de desaceleración económica, modelo binario, inflación de activos financieros, efecto riqueza, efecto de sobrevaloración de activos, indicadores de alerta temprana.

*Clasificación JEL:* C32, C51, C52, C53, E32, E37.

## Abstract

This paper analyses the impact the inflation of financial assets (stocks, housing and credit) have on the probability of economic slowdown in Colombia for the period 1990–2011 by using binary models Logit and Probit. The term (short or medium) with which each financial variable affects the real sector of the economy is determined and an interpretation of the effect that predominates in each variable as it impacts the probability of economic slowdown is made. The results show that increases in the growth of credit positively affect the economy in the short term and reduce the probability of economic slowdown through a wealth effect. Increases in housing prices have a wealth effect in the short term but in the medium term they have an asset overvaluation effect. The mortgage overvaluation can generate bubbles in the housing prices and slowdown the economy in the medium term. It is evidenced that the housing variable is an adequate early warning indicator to the economic cycles in Colombia.

*Key words:* Probability of economic slowdown, binary model, inflation of financial assets, wealth effect, asset overvaluation effect, early warning indicators.

*JEL classification:* C32, C51, C52, C53, E32, E37.

## Introducción

El crecimiento acelerado en el precio de los activos financieros se ha vuelto un importante tema de estudio económico por la manera sistemática en que se ha evidenciado anticipa las recesiones económicas de un país. Los aumentos

acelerados en los precios de los activos seguidos de caídas abruptas atentan contra la estabilidad financiera de una economía, pues los activos se desvalorizan súbitamente y las entidades financieras de un país podrían entrar en *default*, con una consecuente crisis financiera. De esta forma el sector real de una economía podría terminar afectado, a través de la limitación del crédito y los impagos de deuda.

Recientemente América Latina ha experimentado un buen momento económico en comparación con algunas economías desarrolladas. En 2011 la tasa de crecimiento del producto de la región latinoamericana estuvo por encima de la de Europa<sup>2</sup> y en particular Colombia ha tenido un buen desempeño en los últimos años. En el cuarto trimestre de 2011 la economía colombiana creció 6,6%, con lo cual el crecimiento del año completo fue de 6,7%. Para 2012 la tasa de crecimiento fue del 4% y para 2013 se espera que sea de 4,1%<sup>3</sup>. Algunos componentes como el desempleo han mejorado y los índices de confianza del sector privado reflejan el dinamismo de la demanda interna. Sin embargo, esta positiva evolución económica en el país trae consigo ciertos riesgos asociados al sobrecalentamiento de la economía. Si una economía crece a tasas por encima de su potencial de largo plazo, mantener ese desempeño es insostenible y ocurren caídas abruptas en el crecimiento. Dicho fenómeno no es un problema coyuntural y, por el contrario, se ha evidenciado sistemáticamente que en momentos en que la economía y los componentes que la impulsan crecen de manera acelerada, la economía tiende a recalentarse y esto puede repercutir en una desaceleración económica.

En Colombia el crédito y los precios de los activos financieros son variables, con marcados ciclos económicos. En junio de 1995 el índice de precios de la vivienda usada (IPVU) registró una tasa de crecimiento anual del 36%, equivalente al 12,1% real. Dos años después, en marzo de 1997, los precios de la vivienda usada presentaron una contracción real del -11,8%, lo que evidenció el estallido de la burbuja hipotecaria que causó la crisis de 1998. En el segundo trimestre de 1999 la economía del país, que en el primer trimestre de 1998 creció 5,5%, tuvo una fuerte desaceleración del producto y registró una tasa de contracción del -7,7%. El comportamiento de los precios de las

---

2 En 2011 el crecimiento económico de América Latina fue de 4,3%. El de Europa fue de 3,8%. Estos cálculos se hicieron utilizando los agregados regionales de Haver Analytics.

3 Proyecciones del Fondo Monetario Internacional (FMI).

acciones también fue similar al de los precios de la vivienda, cuando en octubre de 1997 el índice bursátil de Bogotá (IBB) alcanzó su máximo histórico y registró un crecimiento anual real del 46%. Un año después, en octubre de 1998, el IBB tuvo un descenso anual real del -53%, la caída más pronunciada de la década de los noventa. El ciclo fue similar en el crédito cuando en enero de 1996 la cartera de los bancos comerciales en Colombia tuvo un crecimiento anual real del 14%. En febrero de 1999, a la vez que los efectos de la crisis de 1998 seguían materializándose, la cartera real registró una contracción del -7,5% anual.

La inflación de activos financieros ha cobrado gran importancia en el modelaje de los ciclos económicos, pues se ha evidenciado que sus ciclos pronunciados anteceden las desaceleraciones del producto y las recesiones económicas. Para la autoridad monetaria colombiana las principales preocupaciones en materia de inestabilidad financiera son el incremento en los precios de la vivienda, las potenciales burbujas especulativas en acciones y la sobreexpansión de la cartera. Dado que la inestabilidad financiera puede afectar el sector productivo de la economía, es de suma importancia hacer un monitoreo del comportamiento de los precios de los activos y estudiar su incidencia sobre la desaceleración económica.

Los estudios de Estrella y Mishkin (1998), Nyberg (2010) y Levanon (2011) emplean modelos binarios para predecir la verosimilitud de las desaceleraciones económicas y las crisis, utilizando variables financieras como variables explicativas. Estudios como los de Kaminsky y Reinhart (1999) y Tenjo y López (2010) determinan, a través de los indicadores de alerta temprana, que los precios de los activos y el crédito son variables eficientes para anticipar periodos de crisis.

El presente artículo utiliza un modelo binario para determinar el impacto de la inflación de los activos financieros sobre la probabilidad de desaceleración económica en Colombia. Los resultados econométricos permiten establecer el plazo (corto o mediano) con el cual cada variable financiera afecta el sector real de la economía. Para efectos de medición, corto plazo se define como un horizonte de tiempo menor a un año. Esta definición es consistente con la del Manual de Balanza de Pagos del FMI (BPM5). Por consiguiente, se define mediano plazo como el horizonte de tiempo igual o mayor a un año y menor a diez años. También se hace una interpretación del efecto positivo o nega-

tivo que predomina en cada variable al impactar la probabilidad de desaceleración económica. Las implicaciones de política de este estudio son extensas, pues evidencia las variables financieras que afectan la probabilidad de desaceleración económica y que, por ende, deben ser monitoreadas con mayor rigor para prevenir los mencionados fenómenos de los ciclos pronunciados y el estallido de burbujas.

## I. Antecedentes

Existe una gran relación entre la desaceleración económica y las crisis que ocurren en una economía. En el caso de Colombia, la crisis hipotecaria de 1998 repercutió en períodos recurrentes de desaceleración del producto y contracción económica (Clavijo, Janna y Muñoz, 2005). Si bien los episodios de crisis traen consigo una desaceleración económica, también existen importantes casos de desaceleración del producto, no clasificados como crisis, que ocurren como consecuencia de un sobrecalentamiento de la economía y los componentes que la impulsan. Dependiendo de cómo se definan las crisis, cuando únicamente se analizan estas, no se consideran algunos acontecimientos del ciclo económico que son importantes para estudiar el crecimiento sostenible de un país. El estudio de Bordo, Eichengreen, Klingebiel y Martínez-Peria (2001) hace definiciones rigurosas de diferentes tipos de crisis (financiera, monetaria y bancaria), las cuales han sido ampliamente utilizadas en la literatura de ciclos económicos. En Colombia, según esas definiciones, desde 1990 la muestra de crisis se limita a solo una: la crisis hipotecaria de 1998. Sin embargo, sí existen períodos importantes en los cuales la desaceleración económica fue pronunciada y recurrente: a principios de la década de los noventa, en 1998 tras la crisis hipotecaria y en 2007-2008 tras la crisis mundial.

El estudio de Levanon (2011) explica que las crisis son poco comunes y ocurren cada cinco o diez años, pero que las desaceleraciones económicas son eventos importantes que se presentan con mayor frecuencia. Así, Levanon (2011) modela la probabilidad de desaceleración económica bajo la premisa de que en casi cualquier momento del tiempo existe algún nivel de incertidumbre sobre si la economía entrará en un período de desaceleración económica.

Aunque muchos estudios analizan la verosimilitud de las crisis, poco se ha dicho sobre la desaceleración del producto. Dado que las desaceleraciones

económicas capturan los episodios de crisis, son de una naturaleza más recurrente y contienen información acerca del ciclo de la economía. Este artículo se centrará en los determinantes financieros de la desaceleración económica, en línea con las enseñanzas que ha dejado el modelaje de las crisis. En la sección III se hará una definición binaria de la desaceleración económica.

La literatura sobre ciclos económicos ha desarrollado numerosas estrategias y metodologías para anticipar los episodios de crisis y desaceleración económica. Uno de los trabajos más representativos es el de Reinhart y Rogoff (2008), el cual encuentra que las crisis bancarias son sistemáticamente precedidas por burbujas en los precios de los activos, grandes entradas de capital y auges de crédito. Tenjo y López (2010) implementan una metodología de "extracción de señales" para construir indicadores de alerta temprana en América Latina y encuentran que los precios de los activos y el crédito son relevantes indicadores de alerta temprana de las crisis. Borio y Drehmann (2009), utilizando los indicadores de alerta temprana, también resaltan la importancia de los precios de los activos y del crédito como variables que pueden resultar eficientes como señales de surgimiento de desbalances económicos. En la literatura relacionada hay un consenso general de que los precios de los activos y el crédito son indicadores eficientes de alerta temprana.

Los modelos de los estudios mencionados logran indicar cuáles variables son buenos indicadores que anticipan las crisis, pero no utilizan un modelo econométrico. Por lo general se basan solo en análisis básicos de datos (conocido como *data-mining*). Aun así, dichos métodos son útiles para identificar qué tipo de variables se deben usar para modelar las desaceleraciones económicas. En cambio, los modelos binarios como los utilizados por Estrella y Mishkin (1998), Nyberg (2010) y Levanon (2011) tienen la ventaja de permitir explicar el impacto que tienen las variables sobre los cambios en la probabilidad de una desaceleración económica y las crisis. Para efectos del presente artículo se utilizarán modelos binarios para el caso de Colombia; esta metodología encierra importantes consideraciones cualitativas a la hora de interpretar los resultados del modelo.

¿Cuál es el efecto que tiene un aumento en el precio de los activos sobre el sector real de la economía? De acuerdo con Bernanke, Gertler y Gilchrist (1998), el papel de los precios de los activos y su interacción con el sector real de la economía se basa en la idea de que la economía está expuesta a friccio-

nes financieras y que dicha interacción es amplificada por el mecanismo de un acelerador financiero. Según este, un aumento en el precio de los activos mejora el patrimonio de una firma u hogar, con lo que se reduce su prima de financiamiento, que a su vez mejora su capacidad de préstamo, inversión y gasto. Así, con un aumento en el precio de los activos los tenedores de activos financieros verían un aumento de su nivel de riqueza y aumentaría la demanda de bienes y servicios, así como la de dinero. Este "efecto riqueza" conlleva un crecimiento del producto, lo que en 1956 Patinkin definió como el efecto de balance real (Fischer, 1991).

Si el precio de los activos aumenta de manera acelerada e insostenible, entonces ese primer efecto riqueza se convierte en un potencial problema y genera caídas súbitas al haber estado fundamentado en una sobrevaloración de los activos. Stiglitz (1990) define que existe una burbuja cuando los altos precios de los activos se explican únicamente por las expectativas de los inversionistas sobre un alto precio de venta en el futuro y no por sus fundamentales. Así, si el incremento en su precio no refleja sus fundamentales y se debe a una sobrevaloración, sus tenedores, cuyo capital ha sido financiado a través del préstamo, ven una disminución generalizada en el valor de sus activos cuando el precio cae súbitamente. Esto podría, en última instancia, generar un impago generalizado de sus deudas a lo largo del sistema financiero, que llevaría a una disminución del crecimiento económico. A este segundo efecto se le denomina "efecto de sobrevaloración de activos" y está relacionado con la definición de burbujas planteada por Stiglitz (1990).

Tenemos entonces dos posibles efectos sobre la economía que puede tener el aumento en el precio de los activos financieros: a) el efecto riqueza con el cual se estimula la economía y b) el efecto de sobrevaloración de activos, que genera una disminución del crecimiento económico a través de la tensión financiera y del riesgo de cesación de pagos.

El análisis de la desaceleración económica se concentrará en Colombia, lo cual permite hacer un análisis de series de tiempo. Como es sabido, los resultados de este tipo de modelos binarios de series de tiempo pueden variar significativamente, dependiendo de la muestra histórica que se esté utilizando, al igual que de la coyuntura en la que el país se encuentre. Dado que el modelo que se plantea es parcial, es importante complementar los resultados cuantitativos y sus sensibilidades a los rezagos con una evaluación cualitativa e histórica,

para así evitar un sesgo de muestra y poder interpretar de manera adecuada los resultados. Para dicha evaluación cualitativa usaremos los conceptos de efecto riqueza y efecto de sobrevaloración de activos, con el fin de determinar con mayor rigor el impacto que tienen las variables sobre la probabilidad de desaceleración económica en Colombia.

Con relación al comportamiento de los precios de la vivienda colombiana, cabe resaltar el estudio de Caicedo, Morales y Pérez (2011), quienes encuentran que ha habido ciclos recientes de sobrevaloración en el mercado hipotecario del país. Clavijo *et al.* (2005) hallan burbujas hipotecarias que terminaron afectando el sector real de la economía, como ha ocurrido recientemente en España, Estados Unidos y Gran Bretaña. Respecto al mercado bursátil no hay evidencia sobre el impacto de dichas burbujas en el sector real de la economía colombiana, al menos no en términos estadísticos. Esto mismo se ha evidenciado para otros países en el estudio de Drehmann, Borio y Tsatsaronis (2012), quienes concluyen que los precios de las acciones no encajan de manera adecuada en el análisis de los ciclos financieros y su relevancia en los desbalances macroeconómicos.

## II. Datos

Para el análisis de los efectos de la inflación de los activos financieros sobre la desaceleración económica en Colombia se emplearon datos trimestrales correspondientes al período comprendido entre enero de 1990 y junio de 2011, esto es, un total de 87 observaciones. Las variables que se estudian son el producto real de la economía, los precios de las acciones, los precios de la vivienda y el crédito al sector privado. La tasa de política monetaria del banco central podría considerarse para efectos de control. A continuación se expone una definición más rigurosa de las variables.

El producto real de la economía está definido por el producto interno bruto (PIB) real trimestral, el cual está disponible a partir de 1975. Las diferentes series del PIB real presentadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) se empalman con la serie del PIB a precios constantes de 2005, para obtener una única serie para el período 1990–2011. A partir del crecimiento anual del PIB a precios constantes de 2005 se define la variable  $PIB_t$ , la cual es el crecimiento anual del PIB real. En este punto es importante resaltar que

esta variable solo se utiliza para construir una variable dicótoma que nos indica en cuáles períodos hay desaceleración económica y en cuáles no. Esta variable de desaceleración económica es la que se quiere modelar. La construcción de dicha variable se explica en la sección III.

El precio de las acciones del mercado bursátil en Colombia se evalúa con el índice de la Bolsa de Bogotá (IBB) y el índice de la Bolsa de Medellín (IBOMED) para el período 1990-2001. Para el período 2001-2011 se utiliza el índice general de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC). Estas series se obtienen del Banco de la República y de la Bolsa de Valores de Colombia. A partir de estos tres índices se construye un único índice bursátil para el período 1990-2011, al cual se le llama índice general bursátil (IGB)<sup>4</sup>. Esta serie está disponible mensualmente y, dado que se quiere trabajar con datos trimestrales, se obtiene la tasa promedio para cada trimestre. Este índice es deflactado por el índice de precios al consumidor (IPC, año base 2005), para exponer los efectos reales del precio de las acciones.

Para el crédito al sector privado se toma el saldo de cartera total real de las instituciones bancarias. Esta cartera es el saldo total de los créditos de consumo, comercial, hipotecario y microcrédito. La serie se obtiene de la Superintendencia Financiera de Colombia y está disponible mensualmente a partir de 1990. Para efectos de la periodicidad en el análisis se toma el promedio trimestral del saldo de la cartera.

Los precios de la vivienda son evaluados con el IPVU, real reportado trimestralmente a partir de 1988 por el Banco de República con información proveniente de las entidades financieras. Las series de precios de la vivienda nueva son más recientes y por ello nos limitaremos a la vivienda usada (el índice de precios de vivienda nueva (IPVN), solo está disponible a partir de 1997).

La tasa de intervención del banco central es la del Banco de la República, que corresponde a la tasa mínima de las subastas de expansión monetaria a un día (operaciones repo), también conocida como la tasa repo. Esta serie está

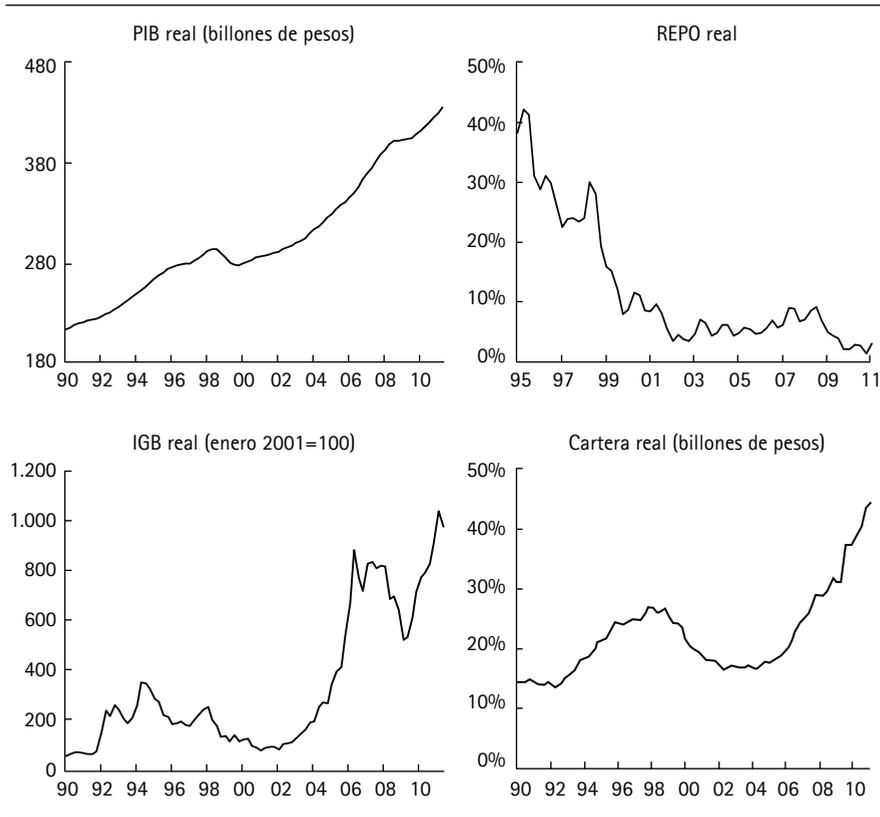
---

4 Cálculos del autor. El IGBC se empalma hacia atrás usando las tasas de crecimiento del IBB e IBOMED. Se hace el supuesto de que los índices IBB e IBOMED representan el total del mercado bursátil en Colombia para el período 1988-2011. Los pesos respectivos son 80% (IBB) y 20% (IBOMED). La razón para estas ponderaciones es la mayor representación del mercado y la mayor antigüedad de la Bolsa de Bogotá, fundada en 1929, respecto a la Bolsa de Medellín, fundada en 1961. Este supuesto se hace dada la indisponibilidad de datos para la Bolsa de Occidente, fundada en 1983.

disponible mensualmente a partir de 1995 y, dado que se quiere trabajar con datos trimestrales, se obtiene la tasa promedio para cada trimestre<sup>5</sup>. A esta tasa promedio se le elimina el efecto de la inflación, utilizando el IPC (año base 2005) para obtener la tasa repo real.

En el gráfico 1 se presenta la evolución de las variables en niveles.

Gráfico 1. Series en niveles



*Fuente:* calculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

5 Dado que la tasa repo no existía antes de 1995, para el período 1990-1995 se utilizó la tasa de ventanilla del Banco de la República en operaciones similares.

### III. Modelo

Para determinar cuáles variables son eficientes para predecir episodios de desbalances en una economía, el marco analítico son los indicadores de alerta temprana planteados por Kaminsky y Reinhart (1999). Con base en este estudio y en los de Tenjo y López (2010), Reinhart y Rogoff (2008) y Borio y Drehmann (2009), se considera el índice del precio de los activos (acciones y vivienda) y el crédito al sector privado como variables pertinentes para predecir episodios de desaceleración económica. Según esto, unos primeros modelos a desarrollar son los siguientes:

$$DESACELERACION_t = \beta_1 IGB_{t-n_\beta} + \varphi_1 CARTERA_{t-n_\varphi} + \gamma_1 IPVU_{t-n_\gamma} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$TDESACELERACION_t = \beta_1 IGB_{t-n_\beta} + \varphi_1 CARTERA_{t-n_\varphi} + \gamma_1 IPVU_{t-n_\gamma} + \varepsilon_t \quad (2)$$

donde las variables dependientes  $DESACELERACION_t$  y  $TDESACELERACION_t$  son variables dicotómicas que toman el valor de uno si en el período  $t$  hay desaceleración económica y de cero, en caso contrario. Es importante resaltar que dada la naturaleza de estas variables dependientes, los modelos de desaceleración económica planteados en este estudio no son lineales. Sobre esto se elabora con mayor profundidad en la sección IV.

En la literatura de ciclos económicos no existe una definición estándar de lo que es la desaceleración económica –como sí la hay para las crisis– y en este estudio se plantean dos definiciones diferentes, con el fin de darle mayor robustez a los resultados y las conclusiones. Según la primera de ellas, que es la subyacente a la variable dependiente  $DESACELERACION_t$  y al modelo (1), hay desaceleración económica cuando el crecimiento del PIB real en el período  $t$  es menor al crecimiento del PIB real en el período  $t-4$ . En el caso contrario, si el crecimiento del PIB real en el período  $t$  es igual o mayor al crecimiento del PIB real en el período  $t-4$ , no hay desaceleración económica. La periodicidad de los datos es trimestral, por lo que en esta definición la desaceleración económica se determina con respecto a la tasa de crecimiento de un año atrás, lo cual permite controlar por factores estacionales. La segunda definición, subyacente a la variable dependiente  $TDESACELERACION_t$  y al modelo (2), dice que hay desaceleración económica cuando el crecimiento del PIB real en el período  $t$  es menor que su tendencia de largo plazo en el período  $t$ . Con estas definiciones se logra captar cuándo disminuyen las tasas de crecimiento de la economía como consecuencia

de una economía recalentada. Así, las variables dicótomas  $DESACELERACIÓN_t$  y  $TDESACELERACIÓN_t$  están definidas de la siguiente manera:

$$DESACELERACION_t = \begin{cases} 1 & \text{si } PIB_t < PIB_{t-4} \\ 0 & \text{si } PIB_t \geq PIB_{t-4} \end{cases}$$

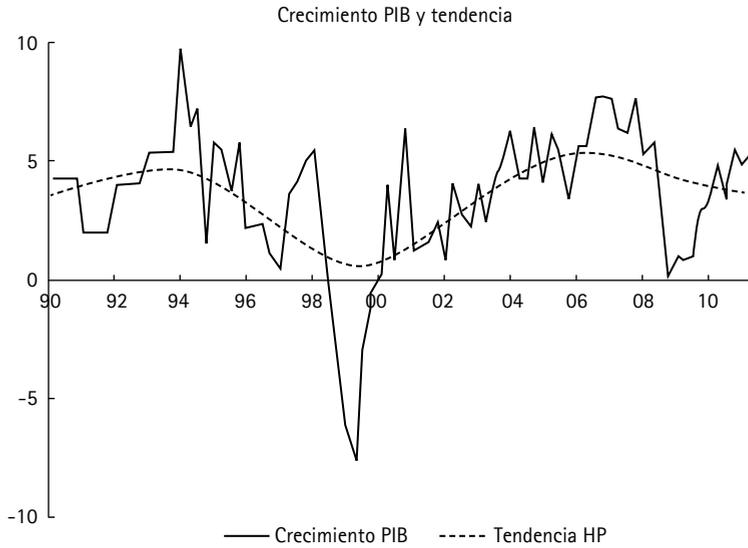
$$TDESACELERACION_t = \begin{cases} 1 & \text{si } PIB_t < \overline{PIB}_t \\ 0 & \text{si } PIB_t \geq \overline{PIB}_t \end{cases}$$

donde  $PIB_t$  es el crecimiento anual del PIB real en el período  $t$  y  $\overline{PIB}_t$  es la tendencia para el período 1990–2011 del crecimiento anual del PIB real en el período  $t$ , el cual es calculado utilizando un filtro de Hodrick y Prescott. La evolución de las variables  $PIB_t$  y  $\overline{PIB}_t$  se presenta en el gráfico 2. Con respecto a la primera definición de desaceleración, del total de las 87 observaciones de la muestra, en 37 períodos hay desaceleración económica ( $DESACELERACIÓN_t = 1$ ) y en los 50 períodos restantes no la hay ( $DESACELERACIÓN_t = 0$ ). Con respecto a la segunda definición de desaceleración, del total de las 87 observaciones de la muestra, en 43 períodos hay desaceleración económica ( $TDESACELERACIÓN_t = 1$ ) y en los 44 períodos restantes no la hay ( $TDESACELERACIÓN_t = 0$ ). En el gráfico 3 se presentan los períodos de desaceleración económica (área sombreada), según la variable  $DESACELERACIÓN_t$ , y se evidencia que estos se concentran primordialmente alrededor de la crisis hipotecaria de 1998 y las grandes desaceleraciones, al comienzo de los noventa y en el período 2007–2008. Hay períodos aislados de desaceleración económica durante los primeros cinco años del siglo XXI. En el gráfico 4 se presentan los períodos de desaceleración económica según la variable  $TDESACELERACIÓN_t$ .

Al desarrollar el modelo planteado en la ecuación (1) se quiere poder determinar el efecto de la inflación de los activos financieros sobre la probabilidad de desaceleración económica. Dado dicho objetivo, las variables independientes se analizarán en sus tasas de crecimiento y no en niveles. Aunque las variables  $IGB$  e  $IPVU$  son índices de precios, el crecimiento en el trimestre  $t$  se calcula con respecto al año anterior ( $t-4$ ) con el fin de evitar considerar algún factor estacional. El crecimiento de la cartera también contiene factores estacionales, entre ellos, por ejemplo, que el crédito real es mayor durante el último trimestre del año<sup>6</sup>. Para eludir esto, el crecimiento de la cartera en el período  $t$  también se calcula con respecto al mismo trimestre del año anterior, es decir,  $t-4$ .

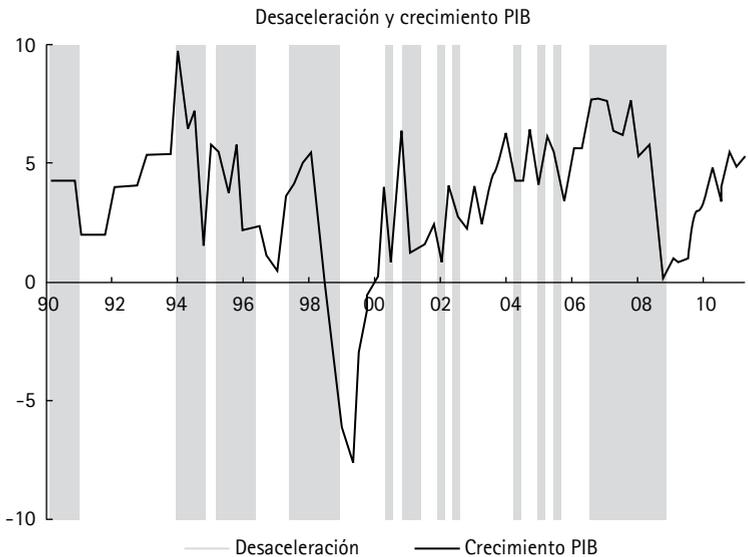
6 En promedio, para el período 1989–2011 el crédito durante el primer trimestre del año representa un 24,4% del crédito total anual. El segundo trimestre, 24,3%, el tercer trimestre, 25,2%, y el cuarto trimestre, 26,1%.

**Gráfico 2.** Crecimiento anual porcentaje del PIB



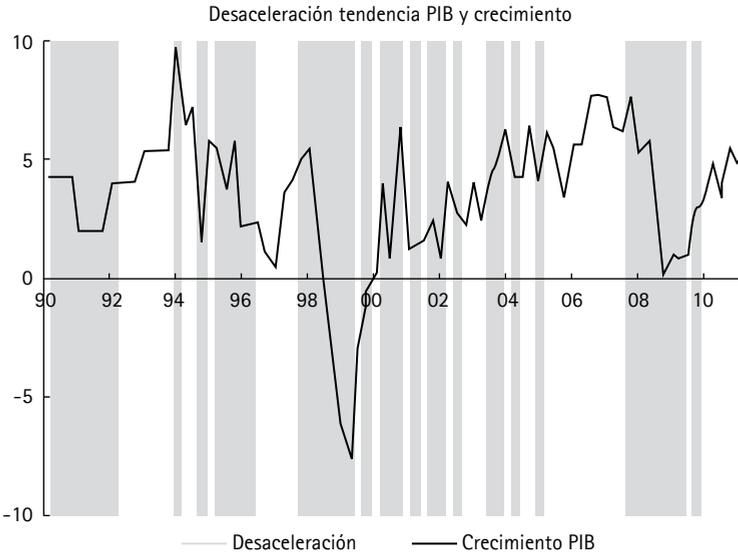
Fuente: DANE y cálculos propios.

**Gráfico 3.** Desaceleración económica y crecimiento del PIB (%) (DESACELERACIÓN, área sombreada)



Fuente: DANE y cálculos propios.

Gráfico 4. Desaceleración económica y crecimiento del PIB (%) ( $TDESACELERACIÓN_t$ , área sombreada)



Fuente: DANE y cálculos propios.

Al modelar el comportamiento de la economía, podría ser adecuado controlar por la tasa de intervención del banco central, que para el caso de Colombia es la tasa repo central<sup>7</sup>. Como la tasa repo se incorpora en el modelo para efectos de control y su impacto sobre la economía depende principalmente de su nivel, la forma de incorporar esta variable (en niveles o en tasas de crecimiento anual) dependerá de qué tan bien se ajuste a los modelos<sup>8</sup>. Así, los segundos modelos a desarrollar son los siguientes:

$$DESACELERACIÓN_t = \alpha_1 REPO_{t-n_\alpha} + \beta_1 IGB_{t-n_\beta} + \varphi_1 CARTERA_{t-n_\varphi} + \gamma_1 IPVU_{t-n_\gamma} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$TDESACELERACIÓN_t = \alpha_1 REPO_{t-n_\alpha} + \beta_1 IGB_{t-n_\beta} + \varphi_1 CARTERA_{t-n_\varphi} + \gamma_1 IPVU_{t-n_\gamma} + \varepsilon_t \quad (4)$$

7 La tasa de intervención del banco central tiene un impacto directo sobre el resto de las tasas de interés del sistema financiero, por lo que es una herramienta utilizada por el Banco de la República para, entre otras cosas, expandir o contraer la economía mediante la inyección o contracción de la liquidez.

8 Sobre esto se elabora en la sección V.

Para determinar cuáles son los rezagos óptimos  $(t - n)^9$  que se deben utilizar para cada variable independiente, se emplean los criterios de información de Akaike (AIC), de Schwarz (SIC) y de Hannan y Quinn (HIC)<sup>10</sup>, todos por sus siglas en inglés, sobre los cuales se elabora en las secciones IV y V. Así, los modelos (1)–(4) solo consideran el efecto que tienen las variables independientes en sus rezagos óptimos sobre la variable dependiente, pero no lo que ocurre en el intermedio. Es decir, no consideran lo que ocurre entre el rezago óptimo  $(t - n)$  y el período  $(t)$  en el que ocurre el evento (desaceleración económica). Si se asume que la variable  $IGB_{t-n_\beta}$  afecta a  $DESACELERACIÓN_t$  en  $t - n_\beta$ , ¿por qué no se considera lo que ocurre en  $(t - n_\beta) + 1, (t - n_\beta) + 2, (t - n_\beta) + 3, \dots, t$ ? El considerar estos rezagos intermedios permite incorporar la evolución de las variables independientes en los períodos intermedios y el efecto que tiene sobre la desaceleración económica. Esto podría mejorar el poder de predicción del modelo. Así, se incorporan los rezagos intermedios en el modelo y se plantean los modelos (5)–(8). Los modelos (5) y (6) son los siguientes:

$$\begin{aligned} DESACELERACIÓN_t &= \beta_1 IGB_{t-n_\beta} + \beta_2 IGB_{(t-n_\beta)+1} + \beta_3 IGB_{(t-n_\beta)+2} \\ &+ \dots + \beta_{n+1} IGB_t + \varphi_1 CARTERA_{t-n_\varphi} + \varphi_2 CARTERA_{(t-n_\varphi)+1} \\ &+ \varphi_3 CARTERA_{(t-n_\varphi)+2} + \dots + \varphi_{n+1} CARTERA_t + \gamma_1 IPVU_{t-n_\gamma} + \gamma_2 IPVU_{(t-n_\gamma)+1} \\ &+ \gamma_3 IPVU_{(t-n_\gamma)+2} + \dots + \gamma_{n+1} IPVU_t + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} TDESACELERACIÓN_t &= \beta_1 IGB_{t-n_\beta} + \beta_2 IGB_{(t-n_\beta)+1} + \beta_3 IGB_{(t-n_\beta)+2} \\ &+ \dots + \beta_{n+1} IGB_t + \varphi_1 CARTERA_{t-n_\varphi} + \varphi_2 CARTERA_{(t-n_\varphi)+1} \\ &+ \varphi_3 CARTERA_{(t-n_\varphi)+2} + \dots + \varphi_{n+1} CARTERA_t + \gamma_1 IPVU_{t-n_\gamma} \\ &+ \gamma_2 IPVU_{(t-n_\gamma)+1} + \gamma_3 IPVU_{(t-n_\gamma)+2} + \dots + \gamma_{n+1} IPVU_t + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (6)$$

Los modelos (1)–(4) se definen como modelos de rezagos óptimos y los modelos (5)–(8) como de rezagos intermedios. Los de rezagos óptimos solo consideran, para cada variable independiente, el rezago óptimo máximo  $(t - n)$ . Los modelos de rezagos intermedios consideran para cada variable independiente, además

9 Es importante resaltar que los rezagos  $(t - n)$  son diferentes para cada una de las variables independientes. Por esta razón, se utiliza un subíndice distinto para cada  $(t - n)$ , dependiendo de a cuál variable independiente hace referencia. Por ejemplo, en  $B_t IGB_{t-n_\beta}$ ,  $n_\beta$  es el rezago asociado a la variable  $IGB_t$ . El valor de este rezago no necesariamente es el mismo que el rezago  $n_\gamma$  asociado a la variable  $IPVU_t$  en  $\gamma_1 IPVU_{t-n_\gamma}$ .

10 Este criterio solo se utilizó para la variable  $DESACELERACIÓN_t$  y este ejercicio se usó como base para las regresiones de los modelos (2), (4), (6) y (8).

del rezago óptimo máximo, todos los rezagos intermedios ( $(t - n) + 1, (t - n) + 2, \dots$ ) y el período contemporáneo ( $t$ ). Los modelos (1)-(8) se estimarán de manera individual con el fin de considerar diferentes versiones del modelo de desaceleración económica y la inflación de activos financieros.

Los modelos (7) y (8) incorporan las variables asociadas a  $REPO_{t-n}$  para efectos de control:

$$\begin{aligned}
 DESACELERACIÓN_t &= \alpha_1 REPO_{t-n_\alpha} + \alpha_2 REPO_{(t-n_\alpha)+1} + \alpha_3 REI \\
 &+ \dots + \alpha_{n+1} REPO_t + \beta_1 IGB_{t-n_\beta} + \beta_2 IGB_{(t-n_\beta)+1} + \beta_3 IGB_{(t-n_\beta)+2} \\
 &+ \dots + \beta_{n+1} IGB_t + \varphi_1 CARTERA_{t-n_\varphi} + \varphi_2 CARTERA_{(t-n_\varphi)+1} \\
 &+ \varphi_3 CARTERA_{(t-n_\varphi)+2} + \dots + \varphi_{n+1} CARTERA_t + \gamma_1 IPVU_{t-n_\gamma} \\
 &+ \gamma_2 IPVU_{(t-n_\gamma)+1} + \gamma_3 IPVU_{(t-n_\gamma)+2} + \dots + \gamma_{n+1} IPVU_t + \varepsilon_t \quad (7)
 \end{aligned}$$

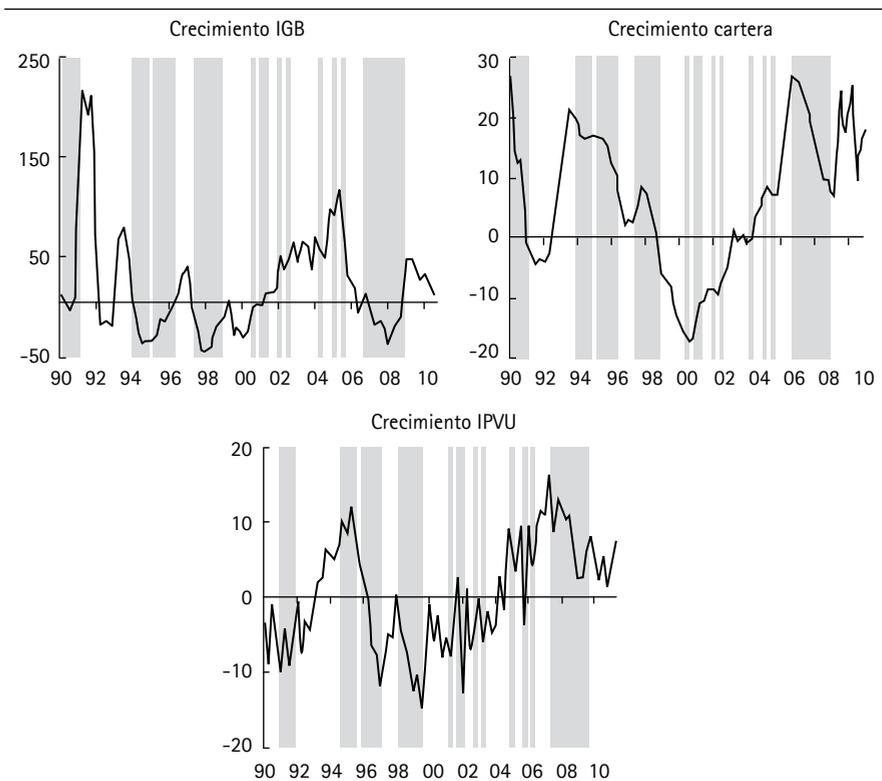
$$\begin{aligned}
 TDESACELERACIÓN_t &= \alpha_1 REPO_{t-n_\alpha} + \alpha_2 REPO_{(t-n_\alpha)+1} + \alpha_3 REPO_{(t-n_\alpha)+2} \\
 &+ \dots + \alpha_{n+1} REPO_t + \beta_1 IGB_{t-n_\beta} + \beta_2 IGB_{(t-n_\beta)+1} + \beta_3 IGB_{(t-n_\beta)+2} \\
 &+ \dots + \beta_{n+1} IGB_t + \varphi_1 CARTERA_{t-n_\varphi} + \varphi_2 CARTERA_{(t-n_\varphi)+1} \\
 &+ \varphi_3 CARTERA_{(t-n_\varphi)+2} + \dots + \varphi_{n+1} CARTERA_t \\
 &+ \gamma_1 IPVU_{t-n_\gamma} + \gamma_2 IPVU_{(t-n_\gamma)+1} + \gamma_3 IPVU_{(t-n_\gamma)+2} + \dots + \gamma_{n+1} IPVU_t + \varepsilon_t \quad (8)
 \end{aligned}$$

De este modo, las variables independientes en el lado derecho de las ecuaciones (1)-(8) están definidas así:  $IGB_{t-n_\beta}$  es el crecimiento anual del IGB real (deflactado por el IPC),  $CARTERA_{t-n_\varphi}$  es el crecimiento anual de la cartera total real e  $IPVU_{t-n_\gamma}$  es el crecimiento anual del IPVU real. En las ecuaciones (3), (4), (7) y (8),  $REPO_{t-n_\alpha}$  es el nivel/crecimiento anual de la tasa de política monetaria fijada por el Banco de la República (deflactada por el IPC).

En el gráfico 5 se presenta el crecimiento real de las variables explicativas, en contraste con los períodos de desaceleración económica según  $DESACELERACIÓN_t$ . La evolución de los precios de la vivienda evidencia altas tasas de crecimiento a mediados de la década de los noventa, seguidas de una caída drástica y una contracción del IPVU en 1997. Este comportamiento fue la sobrevaloración del mercado de vivienda que llevó a la crisis hipotecaria de 1998. De manera similar, antes de la desaceleración de 2007-2008 el crecimiento del IPVU alcanzó su máximo histórico y luego se redujo a tasas por debajo del 5%. El ciclo fue similar en el índice de precios de las acciones, donde se evidencia

un aumento en las tasas de crecimiento en el año 2005 y, después, contracciones en 2008. Los episodios agrupados de desaceleración económica parecen estar acompañados de caídas pronunciadas en el crecimiento de la cartera. En el gráfico 6 se presenta el crecimiento real de las variables explicativas, en contraste con los períodos de desaceleración económica según  $TDESACELERACION_t$ . La interpretación es la misma que con la desaceleración económica conforme a la variable  $DESACELERACION_t$ .

Gráfico 5. Crecimiento (%) real de las variables explicativas y períodos de desaceleración ( $DESACELERACION_t$ )

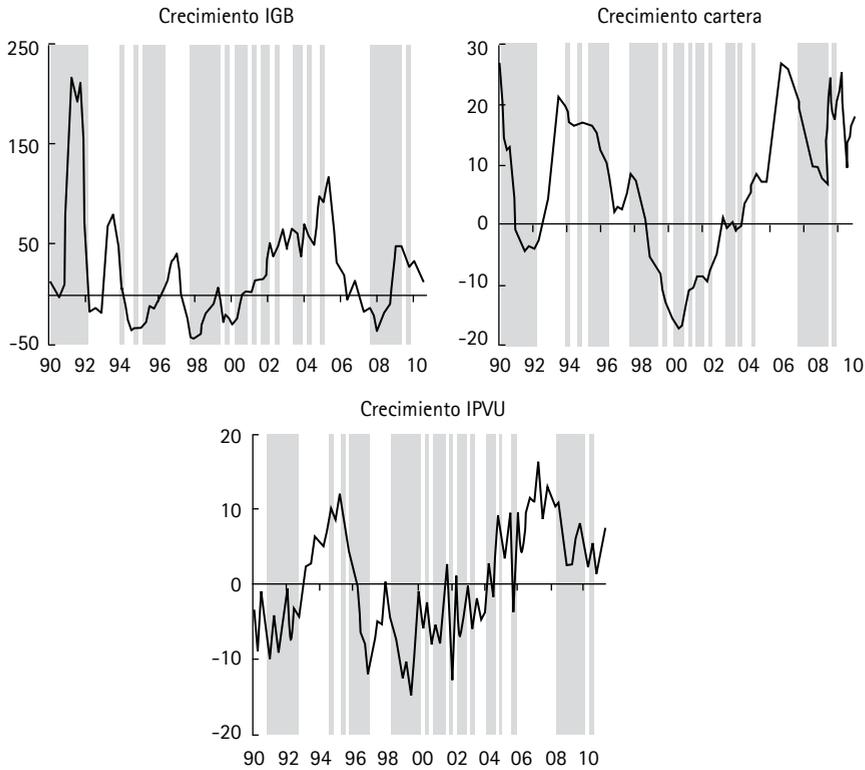


Fuente: calculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

Al estimar los modelos (1)-(8), los signos esperados de las variables independientes van a depender del efecto que predomine en cada variable. Si el signo del estimador es negativo (-), la probabilidad de desaceleración económica está disminuyendo y, por tanto, el crecimiento de la variable explicativa tiene

un efecto positivo sobre la economía. Un signo negativo en el estimador está asociado al efecto riqueza. Si el signo del estimador es positivo (+), la probabilidad de desaceleración económica está aumentando mediante el crecimiento de la variable independiente y, por ende, tiene un efecto negativo sobre la economía. Un signo positivo en el estimador está asociado al efecto de sobrevaloración de activos. Dado que en Colombia el mercado de vivienda ha tendido a estar sobrevalorado, se espera que las variables asociadas al  $IPVU_t$  tengan un signo positivo.

**Gráfico 6.** Crecimiento (%) real de las variables explicativas y períodos de desaceleración ( $TDESACELERACION_t$ )



*Fuente:* cálculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

Es importante resaltar que los modelos planteados en (1)-(8) son modelos parciales de la economía que tienen limitaciones, pues aíslan ciertos sectores económicos que también podrían tener un efecto sobre la desaceleración del

producto. No obstante, estudios como el de Caballero (2010) han resaltado la importancia de los modelos parciales, ya que con estos se puede llegar a una mejor abstracción de un problema particular de la economía sobre el cual se quiera hacer alguna inferencia. En este caso se busca analizar el impacto del ciclo de los activos financieros sobre el sector productivo de la economía. Sin embargo, dado que existen limitaciones, los resultados cuantitativos del modelo se acompañan de una evaluación cualitativa, la cual considera la muestra histórica y la coyuntura del país.

En los modelos que incluyen la variable  $REPO_{t-n}$  ecuaciones (3), (4), (7) y (8), una de las consideraciones son los posibles problemas de endogeneidad causados por: a) la causalidad entre  $REPO_{t-n}$  y las variables dependientes de desaceleración económica, ya que la política monetaria responde a cambios en el ciclo económico y b) la correlación entre variables independientes. Un ejemplo es la posible correlación entre  $REPO_{t-n}$  e  $IGB_{t-n}$  cuando una política monetaria creíble afecta las tasas de interés de la curva de rendimientos y en consecuencia se afecta el precio de las acciones, en la medida en que los diferentes activos financieros sean sustitutos.

Una manera de resolver parcialmente estos problemas de endogeneidad es estimar los modelos sin incluir las variables independientes contemporáneas  $IGB_t$  e  $IPVU_t$ . Esto no se puede hacer para la variable  $CARTERA_t$ , pues solo se está tomando el valor contemporáneo como variable explicativa subyacente a la cartera y se quiere cuantificar su efecto en la desaceleración económica. La estimación de los modelos de rezagos intermedios sin las variables contemporáneas correspondientes a los índices de precios de acciones y vivienda se presenta en el anexo y son discutidos en la sección V.

#### IV. Metodología

Los modelos planteados en las ecuaciones (1)-(8) son modelos de rezagos distributivos (DL, por sus siglas en inglés<sup>11</sup>) en series de tiempo. Para estimar este tipo de modelos primero se debe determinar cuáles son los rezagos óptimos máximos de las variables independientes que se utilizarán. Presumiblemente las inflaciones de los activos financieros afectan el crecimiento de la econo-

---

11 Distributive lag model.

mía con algún tipo de rezago. Para determinar cuáles son esos rezagos, se emplearán los criterios de información AIC<sup>12</sup>, SIC<sup>13</sup> e HIC<sup>14</sup>, los cuales están basados en una función de verosimilitud logarítmica y se utilizan para seleccionar un modelo óptimo dentro de un conjunto finito de modelos. Los criterios de información AIC, SIC e HIC se calculan para diferentes valores (cada valor es el rezago correspondiente a cada variable independiente) y el modelo óptimo será aquel cuyos rezagos minimizan los AIC, SIC e HIC<sup>15</sup>. Dado que en los modelos (1)-(4) hay cuatro variables independientes, los criterios AIC, SIC e HIC determinarán los rezagos óptimos correspondientes a cada una de las variables. Así, para cada variable  $REPO_{t-n}$ ,  $IGB_{t-n}$ ,  $CARTERA_{t-n}$  e  $IPVU_{t-n}$  se encontrarán valores diferentes de  $n$  para los subíndices  $t-n$ . Los valores diferentes de  $n$  vienen dados por los diferentes criterios de información que se están empleando. Estos resultados se presentan en la sección V. Es importante resaltar que esta no es la única forma de hacer la selección de modelos óptimos en series de tiempo, pero dada la naturaleza binaria de la variable dependiente y que no se está incluyendo su rezago como una variable dependiente, los criterios de información son la metodología más conveniente<sup>16</sup>. Así, los resultados de los

12 El criterio de información de Akaike (AIC) busca un modelo que tenga una buena bondad de ajuste a la realidad, pero pocos parámetros. La versión del AIC aquí utilizada considera el tamaño de la muestra al dar una mayor penalización por una complejidad del modelo con pocos datos.  $AIC = -2(\ln(verosimilitud))/n + 2k/n$ , donde *verosimilitud* es la probabilidad del evento dado el modelo,  $k$  es el número de parámetros libres en el modelo y  $n$  el tamaño de la muestra.

13 Al igual que el AIC, el criterio de información de Schwarz (SIC) busca un modelo que tenga una buena bondad de ajuste a la realidad pero pocos parámetros y también considera el tamaño de la muestra al dar una mayor penalización por una complejidad del modelo con pocos datos. El término de penalización es mayor en el SIC que en el AIC.  $SIC = -2(\ln(verosimilitud))/n + k \cdot \ln(n)/n$ , donde *verosimilitud* es la probabilidad del evento dado el modelo,  $k$  es el número de parámetros libres en el modelo y  $n$  el tamaño de la muestra.

14 Al igual que el AIC y el SIC, el criterio de Hannan y Quinn (HIC) busca un modelo que tenga una buena bondad de ajuste a la realidad pero pocos parámetros. Comparado con los otros dos, el HIC tiene el término de penalización más pequeño.  $HIC = -2(\ln(verosimilitud))/n + k \cdot \ln(\ln(n))/n$ , donde *verosimilitud* es la probabilidad del evento dado el modelo,  $k$  es el número de parámetros libres en el modelo y  $n$  el tamaño de la muestra.

15 Los resultados de los criterios AIC, SIC e HIC van ser diferentes para cada variable independiente, es decir, el resultado del AIC para el rezago de la variable  $IGB_{t-n}$  puede ser distinto al resultado de SIC y HIC.

16 Una alternativa para la selección de modelos es la metodología de Box y Jenkins, donde una vez identificada la estacionalidad de la serie dependiente, se utilizan diagramas de autocorrelación y autocorrelación parcial para determinar qué componentes autorregresivos y rezagos de las variables independientes se deben utilizar. Esta metodología no es pertinente para este ejercicio, pues no se están considerando los valores rezagados de la variable independiente como variables dependientes.

diferentes criterios de información deben ser interpretados como una guía para determinar los rezagos que se incluirán en el modelo. Sin embargo, al seleccionar los rezagos óptimos en el modelo también se debe tener en cuenta la intuición económica. Sobre esto se discute en la sección V.

Habiendo establecido los rezagos con los cuales cada variable independiente impacta la desaceleración económica, se puede proceder a estimar los modelos de rezagos óptimos y los de rezagos intermedios. Dado que  $DESACELERACIÓN_t$  es una variable dicótoma que toma el valor de cero o uno, los modelos deben resolverse mediante un modelo binario, con el cual se está modelando la probabilidad de desaceleración económica. Cuando la variable dependiente en un modelo binario es un indicador igual a uno en los períodos de desaceleración económica, el resultado del modelo es una predicción de la probabilidad de desaceleración económica. Los modelos *logit* y *probit* son los que se utilizan comúnmente en este tipo de ejercicios. Para resolver de forma independiente los diferentes modelos (1)-(8), se utilizan ambos modelos *logit* y *probit*. En este estudio se presentan los resultados para los dos tipos de modelos, los cuales son muy similares, como se evidencia en la sección V. Así, los modelos de probabilidad de desaceleración económica se resuelven mediante la maximización de una función de verosimilitud de los modelos *logit* y *probit*.

A continuación se hace la explicación teórica del modelo *logit*, pero esta misma inferencia se puede hacer para el modelo *probit* teniendo en cuenta la distribución normal estándar que asume. Para examinar las propiedades del modelo *logit*, suponemos que una variable dependiente  $y_t$  toma los siguientes valores:

$$\begin{aligned} y_t &= 1 \text{ si hay desaceleración económica} \\ y_t &= 0 \text{ si no hay desaceleración económica.} \end{aligned}$$

Un vector  $X$  de variables explicativas o de un conjunto de factores que expliquen el fenómeno de la desaceleración económica viene dado por:

$X$  = Tasa de política monetaria  
Crecimiento del precio de las acciones  
Crecimiento del precio de la vivienda  
Crecimiento del crédito al sector privado.

Partiendo de un modelo de regresión lineal<sup>17</sup>:

$$y_i = x_i\beta + \varepsilon_i$$

donde uno de los supuestos fundamentales para la estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) es:  $E(\varepsilon_i | x_i) = 0$ , y por tanto, se tiene que  $E(y_i | x_i) = x_i\beta$ . Dado que  $y_i$  es una variable de elección binaria, se tiene que:

$$\begin{aligned} E(y_i | x_i) &= 1 \cdot \Pr(y_i = 1 | x_i) + 0 \cdot \Pr(y_i = 0 | x_i) \\ &= 1 \cdot \Pr(y_i = 1 | x_i) \end{aligned}$$

Por tanto,  $x_i\beta$  está modelando la probabilidad de ocurrencia de un evento y no se puede estimar con un modelo de regresión lineal, pues la variable  $y_i$  debe estar acotada entre cero y uno. Para asegurarnos de que  $y_i$  esté entre cero y uno, se debe elegir que  $\Pr(y_i = 1 | x_i)$  sea alguna función de distribución acumulativa:

$$\Pr(y_i = 1 | x_i) = F(x_i\beta) \quad \text{con} \quad 0 \leq F(z) \leq 1 \text{ para todo } z \text{ real.}$$

Una de las funciones comúnmente utilizadas para  $F(\cdot)$  es la distribución logística:

$$F(x_i\beta) = \frac{\exp(x_i\beta)}{1 + \exp(x_i\beta)}$$

Esta distribución es utilizada en el modelo *logit*. Para resolver el modelo de desaceleración económica se utilizan los modelos *logit* y *probit*<sup>18</sup>. El modelo *logit* nos permite interpretar los coeficientes a través de la razón de probabilidades (*odds ratio*) y estas utilizarlas para trazar los efectos condicionales de las variables. Esto no es posible con un modelo *probit*, dadas las propiedades de su distribución. El método de estimación de los modelos *logit* y *probit* es por máxima verosimilitud (MV). En concreto, el modelo a estimar para predecir la probabilidad de desaceleración económica es:

17 Por simplicidad teórica, la explicación del modelo *logit* se hace para datos de corte transversal y es por esta razón que se utilizan los subíndices  $i$  en las variables del modelo. Sin pérdida de generalidad, este es el mismo análisis que se haría para los datos de series de tiempo.

18 El modelo *probit* asume una distribución normal estándar para  $F(\cdot)$ . En la literatura de variables de elección binaria no se ha demostrado que el modelo *probit* proporcione mejores estimaciones que el modelo *logit*. Las estimaciones con ambos modelos son similares y la elección de una u otra distribución se hace por razones prácticas, pues desde el punto de vista teórico resulta difícil justificar la preferencia por un modelo en particular.

$$\Pr(y_i = 1 | x_i) = F(x_i\beta)$$

donde  $y_i$  es la variable asociada a desaceleración económica,  $x_i$  son las diferentes variables explicativas del vector  $X$  definido anteriormente y  $F(\cdot)$  es una distribución logística en el caso del modelo *logit* y una distribución normal estándar en el caso del modelo *probit*.

Al interpretar los coeficientes estimados de los modelos binarios (*logit/probit*), se debe tomar en cuenta que ya no se tiene una relación lineal de la forma  $y_i = x_i\beta + \varepsilon_i$ , sino que la relación entre la variable independiente y sus regresores es  $y_i = F(x_i\beta) + \varepsilon_i$ . El interés de los coeficientes está en predecir los efectos de cambios en una unidad de  $x_i$  en la respuesta de probabilidad de  $y_i$ . Los efectos marginales de  $x_i$  están dados por:

$$\frac{\partial \Pr(y_i = 1 | x_i)}{\partial x_{ik}} = \underbrace{f(x_i\beta)}_{>0} \beta_k$$

donde  $x_{ik}$  y  $\beta_k$  denotan el  $k$ -ésimo elemento de  $x_i$  y  $\beta_i$  respectivamente. Por tanto,  $\beta_k$  determina el signo del efecto parcial. Dado que este efecto parcial depende de los regresores  $x_i$ , es específico para cada  $i$ , lo que hace que la interpretación de  $\beta_k$  resulte algo complicada. Una de las opciones para dar una interpretación cuantitativa a los coeficientes es calcular los efectos marginales en la media para calcular el efecto parcial promedio:

$$\frac{\partial \hat{\Pr}(y_i = 1 | x_i)_{avg}}{\partial x_{ik}} = \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(x_i \hat{\beta}) \right] \hat{\beta}_k$$

Otra alternativa que permite el modelo *logit* para interpretar los coeficientes es la razón de probabilidades. La razón de probabilidades está dada por:

$$\frac{\partial \Pr(y_i = 1 | x_i)}{\partial \Pr(y_i = 0 | x_i)} = \frac{F(x_i\beta)}{1 - F(x_i\beta)}$$

Si  $F$  está dada por la distribución logística, entonces:

$$\frac{F(x_i\beta)}{1 - F(x_i\beta)} = \exp(x_i\beta)$$

y

$$\exp\left\{ \underbrace{[x_{i,-k}\beta_{-k} + \beta_k(x_{i,k} + 1)]}_{\text{Probabilidad de ocurrencia del evento}} - \underbrace{[x_{i,-k}\beta_{-k} + \beta_k x_{i,k}]}_{\text{Probabilidad de no ocurrencia del evento}} \right\} = \exp(\beta_k)$$

mide el efecto del incremento de una unidad del  $k$ -ésimo regresor sobre la probabilidad de que  $y_i = 1$ . Con esta transformación que permite el modelo *logit* los efectos marginales ya no son dependientes de  $x_i$ . Esta transformación de los coeficientes de regresión permite dar una interpretación cuantitativa de los coeficientes asociados a las variables explicativas (vector  $X$  de variables) de la desaceleración económica.

Habiendo calculado la razón de probabilidades, el modelo *logit* permite trazar los efectos condicionales de las variables independientes sobre la variable dependiente<sup>19</sup>. Esto permite ver cómo cambia la probabilidad de desaceleración económica en diferentes niveles de una de las variables independientes, manteniendo constantes el resto de las variables del modelo. Los resultados de los modelos *logit* y *probit* se presentan en la sección V.

## V. Resultados

### A. Criterios de información AIC, SIC e HIC

Antes de estimar el modelo *logit* fue necesario determinar los rezagos óptimos de los modelos DL de los datos empleados en el análisis. Para estimar un modelo DL( $k_1, k_2, k_3, k_4$ ) como los modelos (1)-(8) planteados en este estudio, primero se deben determinar los valores de  $k_1, k_2, k_3$  y  $k_4$  que corresponden a los rezagos de las variables independientes  $REPO_t, IGB_t, CARTERA_t$  e  $IPVU_t$  respectivamente. Para ello se calcularon por separado los criterios de información AIC, SIC e HIC para diferentes valores discretos de  $k_1, k_2, k_3$  y  $k_4$ , y se escogieron aquellos valores de  $k_1, k_2, k_3$  y  $k_4$  que minimizan AIC, SIC e HIC. Dado que en este punto no es claro si se debe incluir la variable  $REPO_t$  en niveles o en cambios anuales, los criterios de información se calcularon para los modelos con la variable  $REPO_t$  en niveles y cambios anuales<sup>20</sup>. Los valores óptimos para cada uno de los criterios de información son los siguientes:

---

19 Dado que los modelos estimados no tienen un componente autorregresivo de la variable dependiente como variable explicativa y dada la naturaleza binaria de dicha variable dependiente no es posible hacer un análisis de impulso respuesta, como sí se podría hacer en el caso de un VAR o un ARDL. Por esta razón se recurre a las razones de probabilidades para dar una representación gráfica de los efectos marginales de los estimadores.

20 Posteriormente se estimaron los modelos con  $REPO_t$  en niveles y tasa de crecimiento anual. El incluir la variable en cambios anuales arroja mejores resultados, como se muestra en el apartado B de la sección V.

Modelo con  $REPO_t$  en niveles:

$$\begin{array}{llll} \text{AIC: } & k_1 = 0 & k_2 = 0 & k_3 = 0 & k_4 = 5 \\ \text{SIC: } & k_1 = 0 & k_2 = 0 & k_3 = 5 & k_4 = 5 \\ \text{HIC: } & k_1 = 8 & k_2 = 4 & k_3 = 4 & k_4 = 1 \end{array}$$

Modelo con  $REPO_t$  en cambios anuales:

$$\begin{array}{llll} \text{AIC: } & k_1 = 4 & k_2 = 5 & k_3 = 0 & k_4 = 8 \\ \text{SIC: } & k_1 = 0 & k_2 = 0 & k_3 = 5 & k_4 = 0 \\ \text{HIC: } & k_1 = 4 & k_2 = 5 & k_3 = 0 & k_4 = 8 \end{array}$$

Estos resultados son de gran importancia, pues indican con cuántos rezagos las variables independientes afectarían el sector real de la economía, es decir, si tienen un efecto de corto o mediano plazo sobre la desaceleración del producto. Analizando de manera holística los resultados de los tres criterios de información y teniendo en cuenta la intuición económica<sup>21</sup>, se plantea tomar los siguientes valores rezagados:

$k_1 = 0$  significa que el nivel/tasas de crecimiento anual de la tasa repo tiene un efecto inmediato (en un mismo trimestre) sobre la desaceleración del PIB. Así, la variable asociada al nivel de la tasa de intervención del banco central es  $REPO_t$  pues  $n_\alpha = 0$  en  $REPO_{t-n_\alpha}$ .

$k_2 = 4$  significa que el crecimiento anual del IGB afectaría la desaceleración económica con un rezago de cuatro trimestres. La variable asociada al crecimiento anual del índice de precios de las acciones es  $IGB_{t-4}$ , pues  $n_\beta = 4$  en  $IGB_{t-n_\beta}$ . Los precios de las acciones tienen un efecto de mediano plazo sobre la economía, dado que el período es de un año.

$k_3 = 0$  significa que el crecimiento de la cartera total real tiene un efecto inmediato (en un mismo trimestre) sobre la desaceleración del PIB. Así, la variable asociada al crecimiento anual de la cartera total real es  $CARTERA_t$ , pues  $n_\delta = 0$  en  $CARTERA_{t-n_\delta}$ .

$k_4 = 5$  significa que el crecimiento anual del IPVU afectaría la desaceleración económica con un rezago de cinco trimestres. La variable asociada al creci-

21 Sobre esto se elabora al finalizar el presente apartado A de la sección V.

miento anual del índice de precios de la vivienda es  $IPVU_{t-5}$ , pues  $n_y = 5$  en  $IPVU_{t-n_y}$ . Los precios de la vivienda tienen un efecto de mediano plazo sobre la economía, ya que exceden el período de un año.

Al estimar los modelos con las variables explicativas descritas, se pierden observaciones, porque se están incorporando en el modelo rezagos hasta de cinco períodos. Así, la muestra que antes tenía 87 observaciones se reduce a un total de 78 observaciones, de las cuales 33 períodos son de desaceleración económica ( $DESACELERACIÓN_t = 1$ ) y 45 no lo son ( $DESACELERACIÓN_t = 0$ ).

Excluyendo la tasa repo del análisis, pues es una herramienta de política monetaria cuya inclusión en el modelo es para efectos de control, los resultados conjuntos de los criterios de información AIC, SIC e HIC muestran la posible rapidez con la cual las variables independientes afectan el sector real de la economía. Los choques en los precios de la vivienda afectan el crecimiento del PIB real en el mediano plazo, con un rezago cercano a un año y medio. Los choques en los precios de las acciones tardan menos en afectar el crecimiento de la economía, pues el impacto de un choque negativo en el precio de las acciones sobre el sector real de la economía es de más corto plazo, porque el mercado bursátil no es tan dependiente del sector financiero como sí lo es el mercado hipotecario<sup>22</sup>. La cartera afecta el sector real de la economía de una manera inmediata, pues está directamente relacionada con la demanda de bienes y servicios y con la liquidez en la economía. Es importante establecer que en la selección del modelo óptimo de este estudio no solo se tomaron en cuenta los resultados de los criterios de información sino también las explicaciones económicas aquí planteadas.

En este tipo de modelos, se debe considerar no solo el efecto sobre la probabilidad de desaceleración económica que tiene la inflación de los activos financieros en el rezago óptimo máximo, sino también cómo podría afectar dicha inflación en los rezagos intermedios. Por esta razón, se presentan los

---

22 El mercado hipotecario es muy importante, pues es la principal tenencia de los hogares y es un mercado financieramente profundo (Clavijo *et al.*, 2005). Si un individuo ha invertido en la compra de vivienda financiándose a través del crédito bancario, un choque en los precios de la vivienda tardará más tiempo en afectarlo, pues la transmisión del choque a un impago de las responsabilidades crediticias vendrá unos períodos después. Intuitivamente, por esta razón el crecimiento del precio de la vivienda tiene un efecto de mediano plazo sobre el sector real de la economía mayor al de los precios de las acciones.

resultados de los modelos de rezagos óptimos (1)-(4) y los de rezagos intermedios (5)-(8), así como los resultados de los modelos de rezagos intermedios al corregir por endogeneidad.

Hasta el momento no se ha establecido cuál es el impacto de las variables sobre el crecimiento de la economía ni su significancia. Solo se ha hecho una evaluación del tiempo que tardarían en materializarse los choques de las variables independientes sobre el sector real de la economía.

## B. Modelos *logit* y *probit*<sup>23</sup>

En el cuadro 1 se presentan los resultados de la estimación de los modelos (1), (3), (5) y (7), con variable dependiente  $DESACELERACIÓN_t$  mediante el modelo *logit*. En el cuadro A1.1 se presentan los resultados de la estimación de los modelos (2), (4), (6) y (8), con variable dependiente  $TDESACELERACIÓN_t$  mediante el modelo *logit*. En el cuadro A1.2 se presentan los resultados de los modelos de rezagos intermedios (5), (6), (7) y (8), corrigiendo por endogeneidad al no incluir las variables contemporáneas  $IGB_t$  e  $IPVU_t$  mediante el modelo *logit*. Cabe resaltar que la estimación de todos estos modelos se hizo utilizando la variable  $REPO_t$  en su tasa de crecimiento anual<sup>24</sup>. De igual manera, entre los resultados obtenidos con el modelo *logit* y *probit* no hay mayores discrepancias.

Los resultados de la estimación de los modelos (3) y (7) muestran que la variable  $REPO_t$  es significativa y que incorporarla en el modelo podría mejorar su poder de predicción. También se evidencia una diferencia en los estimadores entre aquellos modelos que incluyen la variable  $REPO_t$  (3 y 7) y los que no (1 y 5). Aunque la variable  $IPVU_{t-5}$  es significativa en los modelos de rezagos óptimos (1 y 3), solo en uno de los modelos de rezagos intermedios (7) también lo es. Sin embargo, la variable  $IPVU_{t-4}$  es significativa en ambos modelos de rezagos intermedios (5 y 7). Al corregir por endogeneidad, la significancia de esta variable aumenta.

---

23 Los resultados de los modelos *probit* se presentan en los cuadros A1.3, A1.4 y A1.5 del anexo.

24 Al correr los modelos (1)-(8) con la variable  $REPO_t$  en niveles y en su tasa de crecimiento anual se obtienen mejores resultados usando la tasa de crecimiento anual. Con el fin de no extender la longitud del estudio, no se incluyeron estas estimaciones de los modelos con la variable  $REPO_t$ , pero el autor las enviará en caso de ser solicitadas.

Cuadro 1. Resultados, estimación *logit*

VARIABLES	(1) <i>DESACELERACIÓN<sub>t</sub></i>	(3) <i>DESACELERACIÓN<sub>t</sub></i>	(5) <i>DESACELERACIÓN<sub>t</sub></i>	(7) <i>DESACELERACIÓN<sub>t</sub></i>
$REPO_t$		0,575* (0,318)		0,959** (0,446)
$IGB_{t-4}$	-0,152 (0,165)	-0,329 (0,209)	-0,404 (0,358)	-0,690* (0,405)
$IGB_{t-3}$			0,531 (0,432)	0,664 (0,477)
$IGB_{t-2}$			0,010 (0,468)	-0,105 (0,550)
$IGB_{t-1}$			-0,698 (0,548)	-0,734 (0,567)
$IGB_t$			0,043 (0,351)	0,029 (0,348)
$CARTERA_t$	-1,119 (0,844)	-1,251 (0,860)	-1,893 (1,317)	-2,025 (1,415)
$IPVU_{t-5}$	3,489*** (1,280)	3,593*** (1,288)	2,686 (2,237)	4,239* (2,408)
$IPVU_{t-4}$			3,910* (2,258)	5,263** (2,484)
$IPVU_{t-3}$			-0,737 (2,229)	-2,419 (2,381)
$IPVU_{t-2}$			-1,146 (2,286)	-3,542 (2,662)
$IPVU_{t-1}$			-5,525** (2,668)	-6,912** (2,938)
$IPVU_t$			-4,315* (2,402)	-4,116* (2,502)
Observaciones	78	78	78	78

*Nota:* efectos marginales calculados en el promedio. Errores estándar en paréntesis. (\*\*\*) el estimador es significativo al 1%,  $p < 0,01$ ; (\*\*) el estimador es significativo al 5%,  $p < 0,05$ ; (\*) el estimador es significativo al 10%,  $p < 0,1$ .

*Fuente:* calculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

Las variables de más corto plazo  $IPVU_{t-1}$  e  $IPVU_t$  son significativas en los modelos (5) y (7) y este nivel de significancia se mantiene en el modelo (7) cuando se corrige por endogeneidad. Al permitir que los crecimientos de las variables independientes afecten la variable  $DESACELERACIÓN_t$ , no solo con el rezago máximo sino también con los rezagos intermedios, mejora la capacidad de predicción del modelo. Esto se debe a que algunos de los rezagos intermedios de

los precios de las acciones y de la vivienda son significativos, lo que evidencia que la evolución del precio de los activos financieros, desde su rezago óptimo máximo hasta el período contemporáneo ( $t$ ), o ( $t-1$ ) en el caso los modelos en que se corrige por endogeneidad, sí tiene incidencia sobre la desaceleración económica. Por ende, los modelos de rezagos intermedios son los que mejor se ajustan al modelo de desaceleración económica. También cabe resaltar que en estos modelos (5 y 7) en que se corrige por endogeneidad la variable  $CARTERA_t$  es significativa, algo que no ocurre con los modelos de rezagos óptimos ni cuando no se corrige por endogeneidad en los modelos de rezagos intermedios. Este también es el caso para la variable  $IGB_{t-1}$ . Con base en los modelos (5) y (7) (tanto en los que se corrige por endogeneidad<sup>25</sup> como en los que no), que tienen mejor bondad de ajuste, se hacen las siguientes observaciones.

Los signos negativos de los estimadores asociados al IGB y a la cartera muestran que el crecimiento de estas variables disminuye la probabilidad de desaceleración económica en el corto plazo e impulsa la economía mediante un efecto riqueza.

En el caso de la vivienda las variables significativas muestran que los aumentos en el precio de la vivienda tienen dos efectos diferentes, uno de muy corto plazo asociado al rezago contemporáneo ( $t$ ) y a ( $t-1$ ), y otro de mediano plazo asociado a los rezagos mayores ( $t-5$  y  $t-4$ ). Los estimadores de las variables que capturan el efecto de muy corto plazo,  $IPVU_{t-1}$  e  $IPVU_t$  son negativos. Este signo es contrario al signo positivo de los estimadores de  $IPVU_{t-5}$  e  $IPVU_{t-4}$  las variables que capturan el efecto de mediano plazo. Esto ocurre porque en el corto plazo el crecimiento de los precios de la vivienda tiene un efecto de riqueza sobre la economía y se disminuye la probabilidad de desaceleración en el producto. Sin embargo, en el mediano plazo este crecimiento se convierte en una burbuja donde predomina el efecto de sobrevaloración de activos y su efecto sobre la economía es negativo, lo que aumenta la probabilidad de desaceleración económica. Estos resultados son consistentes con lo expuesto previamente en este artículo sobre el efecto de sobrevaloración de activos y su relación con el concepto de burbuja.

Respecto a los resultados de los modelos (2), (4), (6) y (8), con variable dependiente  $TDESACELERACIÓN_t$ , la variable  $CARTERA_t$  es significativa en los mode-

---

25 Los resultados de estos modelos se encuentran en el anexo.

los de rezagos intermedios y de rezagos óptimos. En los modelos de rezagos intermedios la variable subyacente a los precios de la vivienda de mediano plazo  $IPVU_{t-4}$  es significativa, mientras que el precio de las acciones no resultó significativo en ningún modelo y bajo ningún horizonte de tiempo.

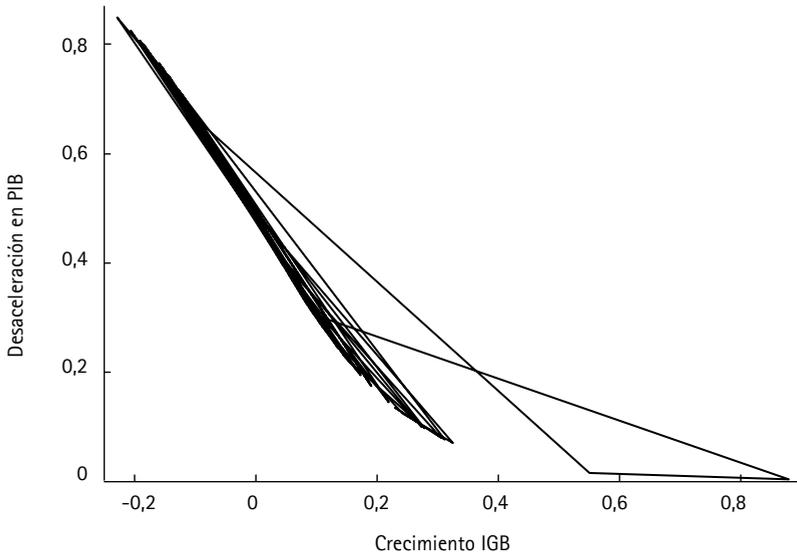
Así, es limitada la evidencia para decir que el crecimiento en el precio de las acciones tiene un impacto sobre el ciclo económico. Sin embargo, el crédito tiene un efecto riqueza sobre la economía colombiana en el corto plazo. En cambio, en el caso de la vivienda, se trata de alzas en el precio que afectan con potencial riesgo sistémico el sector real de la economía, tal como lo han señalado Caicedo *et al.* (2011). Por esta razón, los aumentos en el índice de precios de la vivienda estimulan la economía en el corto plazo, pero aumentan la probabilidad de desaceleración económica en el mediano plazo.

El modelo *logit* también permite interpretar las estimaciones al trazar los efectos condicionales expresando los coeficientes en razón de probabilidades. Este ejercicio solo se hizo para las variables de los rezagos máximos en el modelo de rezagos intermedios (7) al corregir por endogeneidad.

Usando las variables  $IGB_{t-4}$ ,  $IPVU_{t-5}$  y  $CARTERA_t$ , los efectos condicionales trazados son tres. El gráfico 7 muestra cómo cambia la probabilidad de desaceleración económica con diferentes tasas de crecimiento del IGB, manteniendo constantes el resto de las variables independientes. El gráfico 8 muestra cómo cambia la probabilidad de desaceleración económica con diferentes tasas de crecimiento del IPVU y el gráfico 9, con diferentes tasas de crecimiento de la cartera.

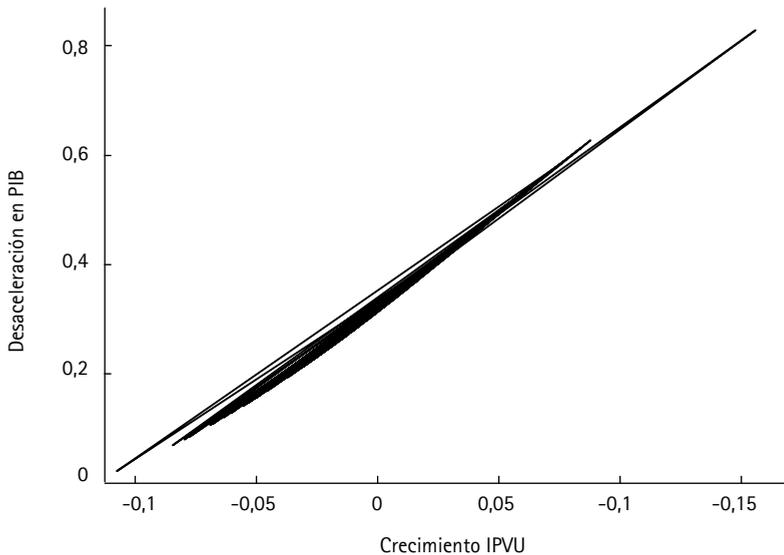
Estos gráficos no representan funciones, pues solo muestran la trayectoria de los estimadores para diferentes valores de las variables mencionadas ( $IGB_{t-4}$ ,  $IPVU_{t-5}$  y  $CARTERA_t$ ). Dada la pendiente negativa de los efectos condicionales del IGB y la cartera sobre la probabilidad de desaceleración económica, se corrobora que los aumentos en el precio de las acciones y del crédito tienen un efecto riqueza sobre el crecimiento del PIB y, por consiguiente, disminuyen la probabilidad de desaceleración económica. Lo contrario ocurre con el IPVU, donde se corrobora que los aumentos en el precio de la vivienda tienen un efecto de sobrevaloración de activos sobre el crecimiento del PIB. Estos efectos condicionales muestran cómo cambia la probabilidad de desaceleración económica con diferentes tasas de crecimiento de los activos financieros y en diferentes horizontes.

**Gráfico 7.** Efecto condicional del IGB



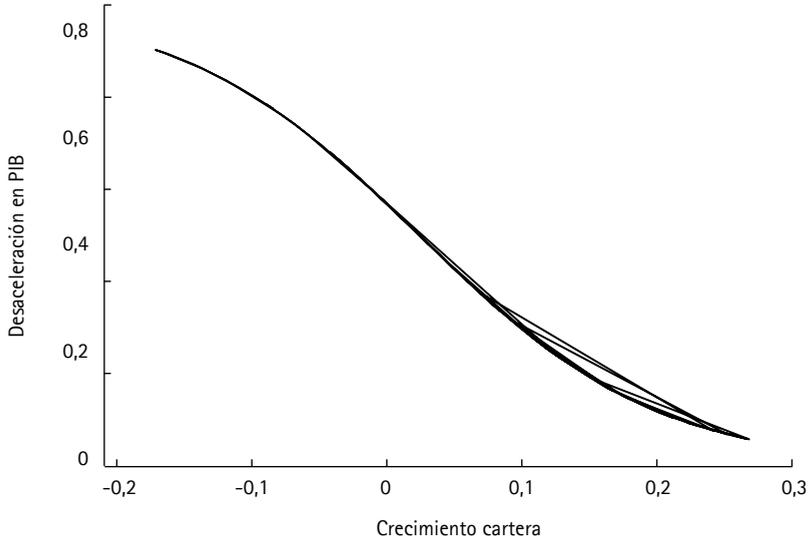
*Fuente:* cálculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

**Gráfico 8.** Efecto condicional del IPVU



*Fuente:* cálculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

Gráfico 9. Efecto condicional de la cartera



Fuente: calculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

Esto está en línea con el estudio de Clavijo *et al.* (2005), quienes encuentran que el mercado bursátil en Colombia no es muy profundo y, por consiguiente, no afecta en el mediano plazo el PIB real. Por el contrario, el mercado hipotecario es muy importante, pues es la principal tenencia de los hogares y por ello tiene el potencial de generar una crisis sistémica que afecte el PIB real en el mediano plazo, tal como ocurrió en 1998–2001.

### C. Bondad de ajuste del modelo<sup>26</sup>

La bondad de ajuste de la estimación del modelo de rezagos óptimos (3) se presenta en el cuadro 2.

Estos resultados muestran la proporción de predicciones correctas e incorrectas de la estimación de los modelos (1) y (3). De las 33 observaciones de desace-

26 Por limitaciones de espacio, solo se evalúa la bondad de ajuste de los modelos con la variable dependiente  $DESACELERACION_t$  que incluyen la variable  $REPO_{t-n}$ .

leración económica ( $DESACELERACIÓN_t = 1$ ) de la muestra, el modelo predijo correctamente 17. De las 45 observaciones de no desaceleración económica ( $DESACELERACIÓN_t = 0$ ), el modelo predijo correctamente 37. Tomando el total de las observaciones correctamente clasificadas (54) y dividiéndolo por el total de observaciones de la muestra (78), se obtiene la proporción de predicciones correctas de la estimación. Esto también se conoce como el  $R_p^2$  y tiene un valor de 69,23%. La proporción de predicciones incorrectas de la estimación es de 30,8%.

**Cuadro 2.** Bondad de ajuste del modelo de rezagos óptimos (3)<sup>27</sup>

Predicción del modelo	Muestra		Total
	$DESACELERACIÓN_t = 1$	$DESACELERACIÓN_t = 0$	
$DESACELERACIÓN_t = 1$	17	8	25
$DESACELERACIÓN_t = 0$	16	37	53
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>78</b>
		Correctamente clasificados	69,2%

*Fuente:* calculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

La bondad de ajuste de la estimación del modelo (7) se presenta en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Bondad de ajuste del modelo de rezagos intermedios (7)<sup>28</sup>

Predicción del modelo	Muestra		Total
	$DESACELERACIÓN_t = 1$	$DESACELERACIÓN_t = 0$	
$DESACELERACIÓN_t = 1$	24	7	31
$DESACELERACIÓN_t = 0$	9	38	47
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>78</b>
		Correctamente clasificados	79,5%

*Fuente:* calculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

27 El  $R_p^2$  del modelo de rezagos óptimos (1) que no incluye la variable  $REPO_{t-n}$  se diferencia del modelo que sí incluye esta variable en tan solo 0,7%.

28 El  $R_p^2$  del modelo de rezagos intermedios (5) que no incluye la variable  $REPO_{t-n}$  se diferencia del modelo que sí incluye esta variable en tan solo 1,2%.

De las 33 observaciones de desaceleración económica ( $DESACELERACIÓN_t = 1$ ) de la muestra, el modelo de rezagos intermedios predijo correctamente 24. De las 45 observaciones de no desaceleración económica ( $DESACELERACIÓN_t = 0$ ) el modelo predijo correctamente 38. El  $R_p^2$  tiene un valor de 79,5%. La proporción de predicciones incorrectas de la estimación es de 20,5%.

Los modelos de rezagos intermedios tienen un mejor poder de predicción que los modelos de rezagos óptimos, pues clasifican mejor las observaciones de desaceleración económica en la muestra con mayor proporción de predicciones correctas e incorrectas. En este tipo de modelos de series de tiempo se debe dejar que los rezagos intermedios interactúen con la variable dependiente, ya que la probabilidad de desaceleración económica está afectada no solo por la inflación de los activos financieros en el rezago óptimo, sino también por dicha inflación en los rezagos intermedios.

## VI. Conclusiones

En este documento se analiza la desaceleración económica en Colombia, a partir del estudio de la inflación de los activos financieros utilizando modelos *logit* y *probit* de rezagos óptimos y rezagos intermedios. Al estimar los modelos, se encuentra que el crecimiento del crédito es una variable significativa que impulsa la economía en el corto plazo a través de un efecto riqueza. Los resultados muestran que el crecimiento del crédito afecta la economía de manera positiva y disminuye la probabilidad de desaceleración económica sin ningún rezago, de forma inmediata. También se encuentra que el precio de la vivienda es una variable significativa que tiene un efecto riqueza inicial en el corto plazo, pero que en el mediano plazo tiene un efecto de sobrevaloración de activos. Así, la inflación de los precios de la vivienda impulsa la economía en el corto plazo, pero en el mediano plazo, dado que el mercado hipotecario ha tendido a estar sobrevalorado en Colombia, se pueden generar burbujas en los precios de la vivienda y desacelerar la economía. Estos hallazgos respecto al mercado de vivienda son consistentes con lo encontrado por Caicedo *et al.* (2011) y Clavijo *et al.* (2005).

En este estudio se presenta un modelo parcial de la economía, cuyos resultados responden al comportamiento histórico de los activos financieros en Colom-

bia. Se evidencia que el precio de la vivienda y el crecimiento del crédito son variables cuyos ciclos contienen información importante sobre el comportamiento futuro de la economía. Estas variables son indicadores adecuados de alerta temprana de los ciclos económicos en el país. Dada la muestra histórica que se considera, no hay evidencia para sugerir que los aumentos en el precio de las acciones y el crédito pudieran inducir una desaceleración en la economía. Sin embargo, no se debe descontar la posibilidad de sobrevaloraciones especulativas en esos mercados, que podrían terminar afectando el sector real de la economía. De manera relacionada, cabe resaltar la importancia que se le debe prestar al mercado colombiano de vivienda, pues hay evidencia de que sus marcados ciclos económicos generan riesgos para la economía a través de la disminución del crecimiento.

## Referencias

1. BERNANKE, B., GERTLER, M. y GILCHRIST, S. (1998). The financial accelerator in a quantitative business cycle framework (Working Paper 98-03). C. V. Starr Center for Applied Economics, New York University.
2. BORDO, M., EICHENGREEN, B., KLINGEBIEL, D. y MARTINEZ-PERIA, M. (2001). "Is the crisis problem growing more severe?", *Economic Policy*, 32:53-75.
3. BORIO, C. y DREHMANN, M. (2009). "Assessing the risk of banking crises-revisited", *BIS Quarterly Review*, 29-46, March.
4. CABALLERO, R. (2010). "Macroeconomics after the crisis: Time to deal with the pretense-of-knowledge syndrome", *Journal of Economic Perspectives*, American Economic Association, 24(4):85-102, Fall.
5. CAICEDO, S., MORALES, M. y PÉREZ, D. (2011). "Un análisis de la sobrevaloración en el mercado de vivienda en Colombia", *Temas de Estabilidad Financiera*, 51, Banco de la República.
6. CLAVIJO, S., JANNA, M. y MUÑOZ, S. (2005). The housing market in Colombia: Socioeconomic and financial determinants (Research

- Department Working Paper 522). Inter-American Development Bank (IDB).
7. DREHMAN, M., BORIO, C. y TSATSARONIS, K. (2012). *Characterising the financial cycle: Don't lose sight of the medium term!* Monetary and Economic Department, Bank for International Settlements.
  8. ESTRELLA, A. y MISHKIN, F. (1998). Predicting U.S. recessions: Financial variables as leading indicators (Research Paper 9690). Federal Reserve Bank of New York.
  9. FISCHER, S. (1991). Money, interest and prices (Working Paper 3595). National Bureau of Economic Research (NBER).
  10. KAMINSKY, G. y REINHART, C. (1999). "The twin crises: The causes of banking and balance-of-payments problems", *American Economic Review*, 89(3):473-500.
  11. LEVANON, G. (2011). "Forecasting recession and slow-down probabilities with Markov switching probabilities as right-hand-side variables", *Business Economics*, 46(2):99-110.
  12. NYBERG, H. (2010). "Dynamic probit models and financial variables in recession forecasting", *Journal of Forecasting*, 29(1-2):215-230.
  13. REINHART, C. y ROGOFF, K. (2008). Banking crises: An equal opportunity menace (Working Paper 14587). National Bureau of Economic Research (NBER).
  14. STIGLITZ, J. (1990). "Symposium on bubbles", *Journal of Economic Perspectives*, 4(2):13-18.
  15. TENJO, F. y LOPEZ, M. (2010). Early warning indicators for Latin America (Borradores de Economía 608). Banco de la República.

## Anexo

Cuadro A1.1. Resultados, estimación *logit*

VARIABLES	(2)	(6)	(7)	(8)
	<i>TDESACELERACIÓN<sub>t</sub></i>	<i>TDESACELERACIÓN<sub>t</sub></i>	<i>TDESACELERACIÓN<sub>t</sub></i>	<i>TDESACELERACIÓN<sub>t</sub></i>
<i>REPO<sub>t</sub></i>		-0,561*		-0,955**
		(0,336)		(0,431)
<i>IGB<sub>t-4</sub></i>	-0,281	-0,138	-0,360	-0,091
	(0,186)	(0,188)	(0,369)	(0,382)
<i>IGB<sub>t-3</sub></i>			0,168	0,185
			(0,464)	(0,481)
<i>IGB<sub>t-2</sub></i>			-0,107	-0,060
			(0,423)	(0,418)
<i>IGB<sub>t-1</sub></i>			0,026	-0,128
			(0,409)	(0,417)
<i>IGB<sub>t</sub></i>			0,193	0,350
			(0,257)	(0,279)
<i>CARTERA<sub>t</sub></i>	2,255**	-2,243**	-2,765**	-3,428**
	(0,890)	(0,910)	(1,233)	(1,349)
<i>IPVU<sub>t-5</sub></i>	1,681	1,627	0,508	-0,402
	(1,204)	(1,232)	(2,206)	(2,416)
<i>IPVU<sub>t-4</sub></i>			4,164*	4,546*
			(2,238)	(2,353)
<i>IPVU<sub>t-3</sub></i>			1,284	2,462
			(2,220)	(2,537)
<i>IPVU<sub>t-2</sub></i>			-1,345	-0,787
			(2,107)	(2,287)
<i>IPVU<sub>t-1</sub></i>			-0,776	-1,841
			(2,180)	(2,426)
<i>IPVU<sub>t</sub></i>			-3,154	-4,327*
			(2,218)	(2,511)
Observaciones	78	78	78	78

*Nota:* efectos marginales calculados en el promedio. Errores estándar en paréntesis. (\*\*\*) el estimador es significativo al 1%,  $p < 0,01$ ; (\*\*) el estimador es significativo al 5%,  $p < 0,05$ ; (\*) el estimador es significativo al 10%,  $p < 0,1$ .

*Fuente:* cálculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

Cuadro A1.2. Resultados, modelos de rezagos intermedios corrigiendo por endogeneidad, estimación *logit*

VARIABLES	(5) DESACELERACIÓN <sub>t</sub>	(7) DESACELERACIÓN <sub>t</sub>	(6) TDESACELERACIÓN <sub>t</sub>	(8) TDESACELERACIÓN <sub>t</sub>
REPO <sub>t</sub>		0,998** (0,433)		-0,772* (0,407)
IGB <sub>t-4</sub>	-0,410 (0,350)	-0,732* (0,403)	-0,326 (0,350)	-0,089 (0,364)
IGB <sub>t-3</sub>	0,555 (0,427)	0,758 (0,466)	0,035 (0,440)	-0,056 (0,465)
IGB <sub>t-2</sub>	-0,116 (0,461)	-0,267 (0,530)	-0,114 (0,419)	-0,050 (0,423)
IGB <sub>t-1</sub>	-0,614* (0,351)	-0,646* (0,371)	0,229 (0,286)	0,228 (0,281)
CARTERA <sub>t</sub>	-2,225* (1,300)	-2,492* (1,361)	-3,036** (1,229)	-3,434*** (1,302)
IPVU <sub>t-5</sub>	1,213 (1,950)	2,888 (2,076)	-0,291 (1,967)	-1,176 (2,145)
IPVU <sub>t-4</sub>	5,726*** (2,020)	6,906*** (2,224)	5,225*** (1,961)	5,520*** (2,042)
IPVU <sub>t-3</sub>	-0,456 (2,101)	-2,119 (2,170)	1,075 (2,128)	2,092 (2,386)
IPVU <sub>t-2</sub>	-3,159 (1,973)	-5,420** (2,294)	-2,509 (1,878)	-2,267 (2,030)
IPVU <sub>t-1</sub>	-3,407 (2,080)	-4,872** (2,300)	-0,522 (1,924)	-0,375 (2,067)
Observaciones	78	78	78	78

*Nota:* efectos marginales calculados en el promedio. Errores estándar en paréntesis. (\*\*\*) el estimador es significativo al 1%,  $p < 0,01$ ; (\*\*) el estimador es significativo al 5%,  $p < 0,05$ ; (\*) el estimador es significativo al 10%,  $p < 0,1$ .

*Fuente:* calculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

Cuadro A1.3. Resultados, estimación *probit*

VARIABLES	(1) DESACELERACIÓN <sub>t</sub>	(3) DESACELERACIÓN <sub>t</sub>	(5) DESACELERACIÓN <sub>t</sub>	(7) DESACELERACIÓN <sub>t</sub>
REPO <sub>t</sub>		0,579* (0,301)		0,896** (0,429)
IGB <sub>t-4</sub>	-0,159 (0,159)	-0,320 (0,197)	-0,382 (0,341)	-0,632 (0,394)
IGB <sub>t-3</sub>			0,526 (0,419)	0,633 (0,467)
IGB <sub>t-2</sub>			-0,0272 (0,437)	-0,122 (0,516)
IGB <sub>t-1</sub>			-0,637 (0,491)	-0,650 (0,531)
IGB <sub>t</sub>			0,045 (0,313)	0,023 (0,328)
CARTERA <sub>t</sub>	-1,043 (0,815)	-1,249 (0,841)	-1,920 (1,240)	-2,072 (1,348)
IPVU <sub>t-5</sub>	3,304*** (1,173)	3,572*** (1,217)	2,592 (2,090)	3,989* (2,286)
IPVU <sub>t-4</sub>			3,776* (2,183)	5,010** (2,428)
IPVU <sub>t-3</sub>			-0,663 (2,104)	-2,137 (2,283)
IPVU <sub>t-2</sub>			-1,256 (2,067)	-3,657 (2,554)
IPVU <sub>t-1</sub>			-5,247** (2,445)	-6,484** (2,666)
IPVU <sub>t</sub>			-3,991* (2,206)	-3,666* (2,255)
Observaciones	78	78	78	78

*Nota:* efectos marginales calculados en el promedio. Errores estándar en paréntesis. (\*\*\*) el estimador es significativo al 1%,  $p < 0,01$ ; (\*\*) el estimador es significativo al 5%,  $p < 0,05$ ; (\*) el estimador es significativo al 10%,  $p < 0,1$ .

*Fuente:* cálculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

Cuadro A1.4. Resultados, estimación *probit*

VARIABLES	(2)	(4)	(6)	(8)
	$TDESACELERACIÓN_t$	$TDESACELERACIÓN_t$	$TDESACELERACIÓN_t$	$TDESACELERACIÓN_t$
$REPO_t$		-0,518 (0,316)		-0,882** (0,396)
$IGB_{t-4}$	-0,266 (0,174)	-0,141 (0,178)	-0,319 (0,341)	-0,091 (0,347)
$IGB_{t-3}$			0,132 (0,441)	0,163 (0,445)
$IGB_{t-2}$			-0,091 (0,407)	-0,050 (0,394)
$IGB_{t-1}$			0,026 (0,393)	-0,106 (0,395)
$IGB_t$			0,190 (0,251)	0,321 (0,263)
$CARTERA_t$	-2,218*** (0,858)	-2,124** (0,869)	-2,699** (1,157)	-3,168** (1,231)
$IPVU_{t-5}$	1,705 (1,187)	1,617 (1,190)	0,641 (2,081)	-0,204 (2,187)
$IPVU_{t-4}$			4,053* (2,125)	4,470** (2,260)
$IPVU_{t-3}$			1,167 (2,045)	2,121 (2,244)
$IPVU_{t-2}$			-1,391 (2,010)	-0,795 (2,145)
$IPVU_{t-1}$			-0,842 (2,060)	-1,509 (2,175)
$IPVU_t$			-3,050 (2,102)	-3,922* (2,272)
Observaciones	78	78	78	78

*Nota:* efectos marginales calculados en el promedio. Errores estándar en paréntesis. (\*\*\*) el estimador es significativo al 1%,  $p < 0,01$ ; (\*\*) el estimador es significativo al 5%,  $p < 0,05$ ; (\*) el estimador es significativo al 10%,  $p < 0,1$ .

*Fuente:* calculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

**Cuadro A1.5.** Resultados, modelos de rezagos intermedios corrigiendo por endogeneidad, estimación *probit*

VARIABLES	(5) DESACELERACIÓN <sub>t</sub>	(7) DESACELERACIÓN <sub>t</sub>	(6) TDESACELERACIÓN <sub>t</sub>	(8) TDESACELERACIÓN <sub>t</sub>
REPO <sub>t</sub>		0,971** (0,431)		-0,709* (0,370)
IGB <sub>t-4</sub>	-0,412 (0,332)	-0,704* (0,393)	-0,297 (0,330)	-0,091 (0,335)
IGB <sub>t-3</sub>	0,566 (0,410)	0,732 (0,462)	0,012 (0,421)	-0,044 (0,430)
IGB <sub>t-2</sub>	-0,131 (0,424)	-0,252 (0,503)	-0,112 (0,397)	-0,055 (0,387)
IGB <sub>t-1</sub>	-0,600* (0,320)	-0,624* (0,344)	0,233 (0,275)	0,222 (0,265)
CARTERA <sub>t</sub>	-2,156* (1,213)	-2,492* (1,315)	-2,919** (1,137)	-3,199*** (1,184)
IPVU <sub>t-5</sub>	1,111 (1,796)	2,793 (2,045)	-0,244 (1,842)	-1,022 (1,916)
IPVU <sub>t-4</sub>	5,587*** (1,928)	6,774*** (2,162)	5,132*** (1,862)	5,483*** (1,949)
IPVU <sub>t-3</sub>	-0,444 (1,968)	-1,982 (2,137)	1,084 (1,952)	1,925 (2,098)
IPVU <sub>t-2</sub>	-3,064* (1,773)	-5,430** (2,286)	-2,485 (1,778)	-2,271 (1,833)
IPVU <sub>t-1</sub>	-3,280* (1,965)	-4,812** (2,267)	-0,591 (1,741)	-0,531 (1,754)
Observaciones	78	78	78	78

*Nota:* efectos marginales calculados en el promedio. Errores estándar en paréntesis. (\*\*\*) el estimador es significativo al 1%,  $p < 0,01$ ; (\*\*) el estimador es significativo al 5%,  $p < 0,05$ ; (\*) el estimador es significativo al 10%,  $p < 0,1$ .

*Fuente:* calculos del autor con datos del Banco de la República, el DANE, la Superintendencia Financiera de Colombia y la Bolsa de Valores de Colombia.

