

Heterogeneidad observada y no observada  
en la formación de los precios del IPC  
Colombiano

Por:  
Juan Manuel Julio

# Borradores de ECONOMÍA

Núm. 597

2010



tá - Colombia - Bogotá - Col

## Observed and Unobserved Heterogeneity in the Price Setting Behavior of Colombian Consumer Prices<sup>1</sup>

Juan Manuel Julio<sup>2</sup>

### Abstract

The pricing rules of Colombian retailers of goods and services are characterized through the Hazard function. The database under analysis contains 12'052.970 monthly price quotes covering all the goods and services considered in the calculation of the Colombian CPI from March 1999 to May 2008. Compared to similar studies in other countries, this dataset is particularly useful to study the presence of state dependency, particularly menu costs, as it contains a period of decreasing inflation, March 1999 to June 2006, and another of increasing inflation, June de 2006 to May 2008. An appropriate econometric strategy is implemented in order to reduce bias due to *observed* and *unobserved* heterogeneity in price durations. It is concluded that: (1) there is strong evidence in favor of state dependency. Dependency of the Hazard on sectoral cumulative inflation is considered by many authors as evidence of menu costs. (2) State dependency is lower for items whose prices are flexible than for items with sticky prices. (3) There is strong evidence in favor of competing risks between price increases and decreases. Moreover, a monetary expansion speeds up its effect on prices through the prices of goods while a contraction does it through the price of services. (4) The sensibility of the Hazard to changes in the rate of devaluation is very moderate. (5) There is no evidence in favor of explicit contracts except for services that are already characterized for this behavior. (6) There is strong evidence of heterogeneity due to the type of outlet and unobserved heterogeneity in great portions of the Colombian CPI.

*JEL Codes:* E31, E52, E58.

*Key Words:* Price setting behavior, Price stickiness, Duration models, Hazard function.

---

<sup>1</sup> The author indebts Edgar Caicedo from BANCO DE LA REPUBLICA for his comments to an earlier version of this paper, and the invaluable collaboration of Eduardo Freire, Technical Director of the Colombian statistics bureau, DANE, and Hector Zárate from BANCO DE LA REPUBLICA for providing the dataset under analysis. However, any errors as well as the conclusions and opinions contained in this paper are the sole responsibility of its author and do not compromise BANCO DE LA REPUBLICA or its Board of Governors.

<sup>2</sup> [jjulioro@banrep.gov.co](mailto:jjulioro@banrep.gov.co). The author is Researcher of the Macroeconomic Modeling Department of BANCO DE LA REPUBLICA and Associate Professor of the Department of Statistics, Universidad Nacional de Colombia.

## Heterogeneidad Observada y no Observada en la Formación de los Precios del IPC Colombiano<sup>3</sup>

Juan Manuel Julio<sup>4</sup>

### Resumen

En este trabajo se caracterizan las reglas de precios de los minoristas Colombianos de bienes y servicios a través de la función de *Hazard*. Se cuenta con 12'052.970 reportes mensuales de precios de la totalidad de los bienes y servicios considerados en el cálculo del IPC Colombiano desde Marzo de 1999 hasta Mayo de 2008. En comparación con estudios similares de otros países, esta base de datos es particularmente útil para estudiar la presencia de dependencia del estado, particularmente costos de menú, ya que cubre un periodo de inflación decreciente, Marzo de 1999 a Junio de 2006, y otro de inflación creciente, Junio de 2006 a Mayo de 2008. Se implementa una estrategia econométrica apropiada para modelar la heterogeneidad *observada* tanto como la *no observada* de las duraciones de los precios para reducir sesgos en las estimaciones. Se concluye que: (1) Hay evidencia muy fuerte a favor de dependencia de estado. La dependencia de la Hazard sobre la inflación sectorial es considerada por diversos autores como evidencia de costos de menú. (2) La dependencia de estado es mas baja para precios flexibles que para rígidos. (3) Hay evidencia muy fuerte a favor de riesgos competitivos entre incrementos y disminuciones de los precios. En particular, una expansión monetaria acelera su efecto sobre los precios a través de los bienes y una contracción lo acelera a través de los servicios. (4) La sensibilidad de la Hazard a los cambios en la devaluación es muy moderada. (5) Hay muy poca evidencia en favor de contratos explícitos excepto por servicios que se caracterizan por estos. (6) Hay evidencia muy fuerte de heterogeneidad debida al tipo de minorista que distribuye el ítem y de heterogeneidad no observada.

*Códigos JEL:* E31, E52, E58.

*Palabras Clave:* Fijación de los Precios, Rigideces de Precios, Modelos de Duración, Función de Hazard

---

<sup>3</sup> El autor agradece los comentarios de Edgar Caicedo a una versión anterior de este trabajo y la invaluable colaboración de Eduardo Freire, Director Técnico del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, y a Hector Zárate del BANCO DE LA REPUBLICA por proveer la base de datos bajo análisis. Sin embargo, cualquier error al igual que las conclusiones y opiniones contenidas en este trabajo son responsabilidad exclusiva del autor y no comprometen al BANCO DE LA REPUBLICA, su Junta Directiva.

<sup>4</sup> [jjulioro@banrep.gov.co](mailto:jjulioro@banrep.gov.co). El autor es investigador del Departamento de Modelos Macroeconómicos del BANCO DE LA REPUBLICA y Profesor Asociado del Departamento de Estadística de la Universidad Nacional de Colombia.

## 1. Introducción

Los modelos para el análisis e implementación de la política monetaria se clasifican como aquellos que se basan en *contratos asíncronos*, “staggered contract models”, y los que no se basan en estos. La diferencia entre estos tipos de modelos es que los de contratos asíncronos enfatizan el papel de la formación de los precios y los salarios en el análisis y diseño de la política monetaria. Los modelos de contratos sincronizados, a su vez, enfatizan en la persistencia del efecto de la política monetaria sobre la inflación y los salarios, dejando de lado algunos elementos de la micro fundamentación de los precios. Véase Taylor (1999) por ejemplo.

A pesar de las ventajas de los modelos de contratos asíncronos, su utilización para el análisis y diseño de la política monetaria en bancos centrales es limitada debido a la falta de persistencia en el efecto de las innovaciones monetarias sobre la inflación y los salarios. Para solucionar este problema, los modelos de contratos sincronizados utilizan reglas de fijación de precios con indexación a la inflación pasada. Véase Taylor (1999), Fuhrer & Moore (1995) y Eichenbaum & Fisher (2003) por ejemplo.

Más precisamente, los modelos de contratos asíncronos reproducen adecuadamente los siguientes hechos estilizados de los precios de las economías de mercado. Primero, los precios tienen movimientos escalonados. Segundo, la sincronización de los cambios de los precios es baja. Y tercero, la heterogeneidad en la fijación de los precios entre y dentro distintas variedades de bienes y servicios es alta. Véase por ejemplo Taylor (1999) y Golosov & Lucas (2003).

Por el contrario, los modelos de contratos sincronizados no reproducen estas características de los precios. Bajo una inflación positiva, si el 30% de las firmas

(escogidas al azar en cada periodo), indexan sus precios a la inflación pasada y el 70% restante cambia sus precios al nivel que aclara los mercados, los cambios de los precios presentaran una sincronización total, los precios no mostraran el comportamiento escalonado estilizado y la heterogeneidad en la manera como las firmas fijan sus precios será muy baja.

Estudios recientes enfatizan la importancia de la heterogeneidad en la formación de los precios para la explicación del efecto real de la política monetaria. Carvalho (2006), en su trabajo galardonado con el premio Arrow de macroeconomía, encuentra que el problema de la falta de persistencia del efecto real de la política monetaria en modelos de contratos asíncronos podría solucionarse al introducir heterogeneidad en la *rigidez* de los precios. De igual forma, Carvalho & Schwartzman (2008) muestran que para choques empíricamente plausibles el efecto real de los choques monetarios se puede caracterizar a través de los tres primeros momentos de la distribución de las rigideces de los precios. Adicionalmente, Carvalho & Nechio (2008) muestran la importancia de introducir la heterogeneidad de las rigideces de precios para reproducir el efecto persistente de los choques monetarios sobre la Tasa de Cambio Real.

En modelos de contratos asíncronos la heterogeneidad de las rigideces de precios se puede especificar a través de la función de Hazard. La Hazard es la probabilidad instantánea de un cambio de precio, condicional al tiempo transcurrido desde el último cambio de precio<sup>5</sup>. Por esta razón, tanto el trabajo de Carvalho & Schwartzman (2008)

---

<sup>5</sup> Si la duración de los precios tiene función de densidad  $f_D(d)$ , la función de *sobrevivencia* de los precios es la probabilidad de que estos permanezcan constantes más de  $k$  periodos de tiempo,  $S_D(k) = P[D > k] = 1 - F_D(k)$ , y la función de *Hazard* es la probabilidad de que el precio cambie en

como el de Carvalho & Nechio (2008) se basan en formulaciones generales de la función de Hazard para modelar la heterogeneidad de las reglas de precios.

Las reglas de precios, a su vez, se clasifican como dependientes del tiempo o dependientes del estado. En reglas dependientes del tiempo la duración de los precios sigue un proceso estocástico o determinístico exógeno al ambiente económico que enfrenta la firma. Por ejemplo, en un contrato de Taylor de duración  $T$ , la función de Hazard es distinta de cero para todo  $k = nT$ ;  $n = 1, 2, 3, \dots$  y cero en cualquier otro plazo. En la regla de Calvo (1983) la función de *Hazard* es constante igual a  $1 - \theta$  en todos los plazos. En una regla de Calvo truncada en el plazo  $T$ , la función de *Hazard* es  $1 - \theta$  en todos los plazos hasta  $T$  donde se incrementa a la unidad y es cero luego de este plazo.

En reglas dependientes del estado la duración de los precios depende del ambiente económico que enfrenta la firma. Bajo costos de menú, por ejemplo, la duración de los precios depende de la inflación sectorial y en consecuencia la *Hazard* se incrementa con esta. Véase Taylor (1980), Calvo (1983) y Golosov & Lucas (2003).

Por otra parte, la principal diferencia entre los precios del productor y los precios al consumidor es que en los primeros el cliente no es anónimo y dependiendo del tamaño de su negocio puede resistirse a los incrementos de precios o negociar contratos explícitos o implícitos sobre la duración de los precios. En precios al consumidor, por el contrario, el cliente es anónimo y en consecuencia es tomador de precio. Esto elimina la posibilidad de tener contratos explícitos o implícitos para la duración de los precios al consumidor, excepto para servicios que especifican estos.

---

un periodo infinitesimal de tiempo después de  $k$ , dado que han permanecido constante hasta el periodo  $k$ ,  $h_D(k) = \frac{f_D(k)}{S_D(k)}$ .

En este trabajo se caracterizan las *reglas de precios* de los minoristas Colombianos de bienes y servicios a través de la función de *Hazard*. Para realizar este trabajo se cuenta con una base de datos que contiene 12'052.970 reportes mensuales de precios de todas las variedades de bienes y servicios considerados en el cálculo del IPC Colombiano desde Marzo de 1999 hasta Mayo de 2008.

Una característica que hace especial a esta base de datos, en comparación con las de trabajos similares de otros países, es que contiene un periodo de inflación decreciente, Marzo de 1999 a Junio de 2006, y otro de inflación creciente, Junio de 2006 a Mayo de 2008, los cuales proveen suficiente variación muestral para estudiar la presencia de dependencia de estado, particularmente costos de menú.

Dado que es ampliamente reconocido que las estimaciones de las funciones de *Hazard* son sensibles a la heterogeneidad en las duraciones, en este trabajo se hace énfasis especial en modelar adecuadamente su efecto. La heterogeneidad de las duraciones sesga la *Hazard* estimada y el efecto de variables de estado sobre esta. Véase por ejemplo Heckman y Singer (1984) y Meeker y Escobar (1998).

La heterogeneidad de las duraciones en los precios del IPC se descompone como heterogeneidad observada y no observada. La heterogeneidad observada se relaciona con eventos identificables en los datos como las diferencias de comportamiento de las duraciones entre (1) distintas variedades de bienes y servicios, (2) diferentes tipos de minoristas, (3) distintos periodos de tiempo debido al estado cambiante de la economía, y (4) incrementos y disminuciones de los precios. La heterogeneidad no observada se refiere a diferencias en el comportamiento de las duraciones debidas a factores *no observados* como las características propias de la oferta o demanda de cada minorista, y en nuestro caso particular a la marca o calidad de la variedad específica del bien o

servicio.

El efecto de la heterogeneidad observada se reduce de manera correspondiente estimando la Hazard (1) a niveles muy desagregados como la variedad del bien o servicio, (2) estratificando o estimando la Hazard de acuerdo con el tipo de minorista, (3) incluyendo el efecto de variables de estado cuyos valores cambian con el tiempo como la inflación, la devaluación y la brecha de PIB, y (4) estimando la Hazard para incrementos y disminuciones de precios. La heterogeneidad no observada se modela a través de un factor denominado fragilidad, “frailty”, que permite a ciertos minoristas tener rachas de precios más cortas que otros del mismo tipo. En este trabajo se estiman en total más de 4500 modelos de duración. Los coeficientes estimados de estos modelos de duración son la materia prima para los resultados.

El resto del escrito se organiza de la siguiente manera. En la sección dos se detalla la base de datos y se puntualizan algunas definiciones preliminares para el análisis. En la tres se describe la estrategia econométrica para la estimación de las diferentes funciones de *Hazard*. En la cuatro se resumen los resultados y en la quinta se concluye.

## **2. Definiciones y la Base de Datos**

El IPC Colombiano se compone de 176 *gastos básicos*, las canastas mínimas de bienes o servicios para las cuales el IPC es estadísticamente representativo a nivel de cada ciudad y *grupo de gasto*<sup>6</sup>. El grupo de gasto es un indicador del nivel de ingresos de los hogares. Cada gasto básico contiene en promedio de 3 a 4 *variedades*, siendo una *variedad* un bien o servicio claramente definido por su cantidad, envase, contenido,

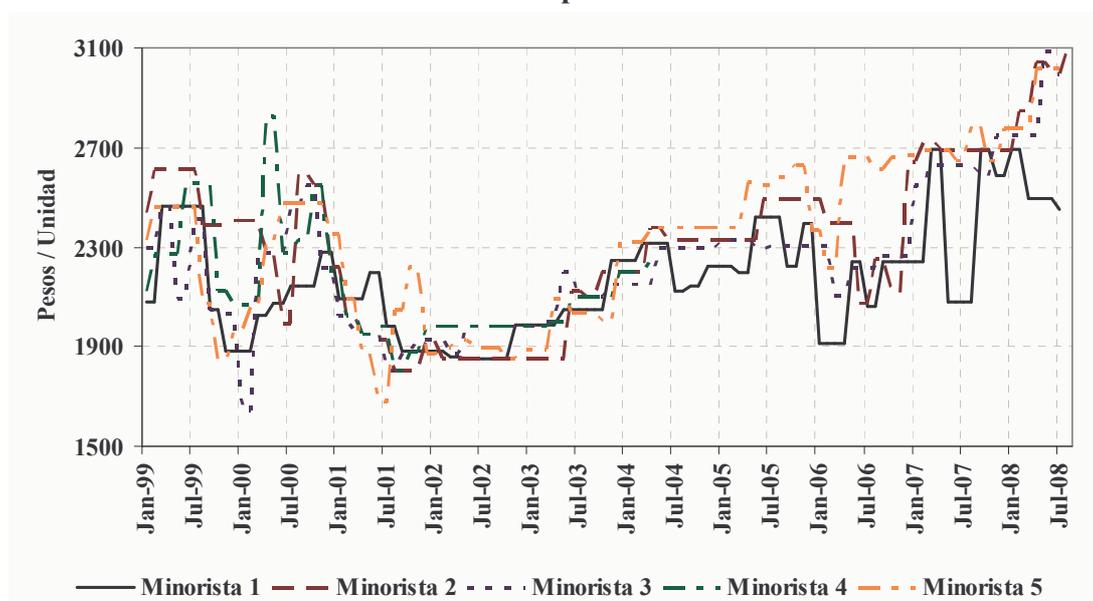
presentación, etc., para los bienes; y por la cantidad de insumos, la forma de prestación, el tipo de instrumentos y equipos y el sitio de prestación, etc., para los servicios. Sin embargo, *la variedad no identifica la marca o calidad del bien o servicio*.

Por ejemplo, el gasto básico Arroz se compone de tres variedades, Arroz-para-sopa, Arroz-para-seco y Arroz-integral. La variedad Arroz-para-seco, a su vez, se compone de diversas marcas y calidades no identificadas en la base datos.

Una *secuencia de precios* es una sucesión interrumpida de reportes de precios de una variedad que tiene una marca específica (no observada) ofrecida por un minorista particular en una ciudad determinada. Cada secuencia de precios se compone de *rachas* sucesivas de precios, que son reportes in-interrumpidos de precios constantes. La longitud de cada racha se denomina *duración* de los precios.

El Gráfico 1 muestra cinco secuencias de precios de una variedad de Detergente-para-ropa reportadas por sendos informantes de una ciudad Colombiana.

**Gráfico 1 Secuencias de Precios de una Variedad de Detergente Distribuido por Cinco Minoristas del mismo Tipo en una Ciudad Colombiana**



<sup>6</sup> La muestra se refiere a los reportes de precios del IPC-98 del DANE (1999).

En este Gráfico se puede observar el efecto del tipo de minorista y entre distintos periodos de tiempo. El primer minorista mantiene el precio del detergente constante por periodos cortos de tiempo, a lo sumo seis meses, mientras que el segundo presenta duraciones hasta de 16 meses. Esto es consistente con el hecho que el primer minorista sea un Hipermercado y el segundo sea un Supermercado, lo cual revela la heterogeneidad observada entre las duraciones de diferentes tipos de minoristas.

La heterogeneidad observada dentro de cada secuencia se debe a la dependencia de las duraciones al estado cambiante de la economía en que opera el minorista. Esto es claro en el Gráfico 1 para el periodo Jul-2001 a Jul-2003 cuando las rachas presentan duraciones extendidas en comparación con otros periodos. Esta heterogeneidad parece tener relación con factores de estado como la inflación, el crecimiento de la economía y la tasa de devaluación, las variables de estado consideradas en este trabajo.

En este Gráfico también se puede observar que la primera racha de precios del primer minorista consiste de dos reportes de 2,083.6 Pesos Colombianos por unidad de detergente, la segunda consiste de seis reportes consecutivos de 2,465.0 Pesos, la tercera de dos reportes de 2,052.5 Pesos, la cuarta de cuatro reportes de 1,882.5 Pesos, y así sucesivamente. De esta forma, la duración de la primera racha de precios es dos meses, la de la segunda es seis meses y las de la tercera y cuarta son dos y cuatro respectivamente.

Sin embargo, es ampliamente reconocido que la primera y última rachas están *truncadas* ya que no se conoce el inicio de la primera ni el final de la última. Por esta razón se elimina la primera racha de cada secuencia y se modela el truncamiento de la última, la cual se reconoce como *censurada* en el lenguaje de modelos de duración.

La segunda racha del primer minorista inicia en el segundo periodo de observación de la muestra y termina en el séptimo, la tercera inicia en el octavo y termina en el noveno, la siguiente inicia en el 10 y termina en el 13, etc. La última racha del primer minorista inicia en el periodo 110 y termina en el 114 y es la única censurada en esta secuencia. La anterior descripción enfatiza el hecho que este no es un problema ordinario de modelos de duración sino uno de *eventos recurrentes* o de *rachas múltiples* en cada secuencia.

Otro elemento importante que se debe tener en cuenta es la heterogeneidad observada en la decisión de reducir o incrementar precios. Para el IPC Colombiano, Julio et al. (2009) encontraron ligeras rigideces nominales a la baja, las cuales apuntan a la existencia de este tipo de comportamientos diferenciados. De la misma manera Misas et al. (2009) reportan comportamientos diferenciados a nivel de las firmas en Colombia. Este tipo de análisis se denomina de *riesgos competitivos* en la literatura de modelos de duración.

### **3. Estrategia Econométrica**

De la discusión de la sección anterior concluimos que la muestra se compone de: (i) múltiples rachas de precios en cada secuencia, (ii) heterogeneidad observada entre secuencias debido a comportamientos diferenciados de los distintos tipos de minoristas, (iii) heterogeneidad observada dentro de cada secuencia debida a cambios en las variables de estado, (iv) heterogeneidad observada debido a comportamientos diferenciados en la decisión de reducir o incrementar precios, o riesgos competitivos y (v) heterogeneidad no observada entre las duraciones de diferentes secuencias de precios de la misma variedad debido a condiciones particulares de la oferta o demanda de los

minoristas, y en este caso particular a diferencias (no observadas) entre marcas o calidades del bien o servicio de la misma variedad.

### 3.1. El Modelo de Hazards Proporcionales de Cox

En este trabajo se utiliza el modelo de Cox, una estrategia semi-paramétrica que no impone supuestos sobre la distribución de las duraciones pero que es suficientemente flexible para la inclusión de co-variables (variables de estado) cuyos valores cambian con el tiempo, términos de fragilidad, estratificación, y se extiende de manera natural al caso de múltiples rachas en cada minorista del estrato. Véase Fougere et al (2005) y Dias y Santos (2005).

Dentro de cada estrato (tipo de minorista) se supone que la función de Hazard de la  $i$ -ésima racha de la  $j$ -ésima secuencia tiene la siguiente forma:

$$(1) \quad \lambda_{ij}(t) = \lambda_0(t) e^{\mathbf{x}_{ij}^T(t)\boldsymbol{\beta} + Z_j}$$

donde  $t > 0$  es el periodo transcurrido de tiempo desde un cambio de precio,  $\lambda_0(t)$  es una función positiva que se conoce como *Hazard de base*, la cual es única para todas las rachas de precios del estrato y no depende de las co-variables. El factor  $\mathbf{x}_{ij}^T(t)\boldsymbol{\beta} = \sum_k \beta_k x_{ijk}(t)$  es una combinación lineal de un vector de parámetros desconocidos  $\boldsymbol{\beta}$  y el vector de las co-variables  $\mathbf{x}_{ij}(t)$ , las cuales pueden variar a lo largo del tiempo. Este último factor es el componente sistemático de la *Hazard* y determina el efecto de las co-variables sobre la probabilidad de un cambio de precio dada la sobrevivencia del precio hasta el periodo  $t$ . Un incremento de una unidad en  $x_{ijk}(t)$  incrementa la Hazard en  $e^{\beta_k}$ .

El término final,  $Z_j$ , es una variable aleatoria con distribución Gamma que representa fragilidad para mantener los precios constantes por periodos extendidos de tiempo. Entre más grande la realización de esta variable,  $z_j$ , más alta la probabilidad de cambiar precios, es decir, más flexibles los precios. Se supone adicionalmente que la fragilidad es común a todas las rachas de una secuencia pero es distinta entre secuencias. Véase Vaida & Xu (2000) por ejemplo.

En resumen, las rachas de un mismo estrato comparten la *Hazard* de base del estrato. Bajo dependencia del tiempo el componente sistemático  $e^{\mathbf{x}_{ij}^T(t)\boldsymbol{\beta}} = e^{\sum_k x_{ijk}\beta_k}$  es uno, lo cual implica que  $\boldsymbol{\beta} = \mathbf{0}$ . Por el contrario, si  $\boldsymbol{\beta} \neq \mathbf{0}$ , los cambios en el valor de las co-variables afectan la probabilidad de cambiar los precios y en consecuencia la duración de los precios depende del estado. Un incremento de una unidad en  $x_{ijj}(t)$  incrementa la Hazard en  $e^{\beta_k}$ . Las variables de estado son la inflación del gasto básico y la tasa de devaluación del Peso, ambas acumuladas desde el último cambio de precio, y la brecha desestacionalizada del PIB. De esta forma, y un incremento de 100 pbs en una variable de estado incrementa la Hazard en  $e^{\beta_k/100} - 1$  por ciento.

Finalmente, en el modelo de Cox descrito anteriormente, el evento que determina la finalización de la racha es el cambio de precio. Si este se substituye, por ejemplo, por un incremento o una disminución de precio, se generan dos modelos que permiten determinar asimetrías en la forma como los agente fijan la duración de sus precios.

Más específicamente, se quiere determinar si inflaciones y devaluaciones acumuladas positivas así como brechas positivas incrementan la probabilidad de un aumento del precio, y si inflaciones y devaluaciones acumuladas negativas así como brechas

negativas incrementan la probabilidad de una reducción de los precios. A este tipo de modelos se les reconoce como de riesgos competitivos.

Una manera simple de estudiar este problema es separar las dos muestras de duraciones de acuerdo con el evento en que terminan y estimar las funciones de Hazard bajo el supuesto de Hazards independientes. Véase Vaida & Xu (2000) y Dias et al. (2005).

#### **4. Resultados**

Con el fin de ilustrar el procedimiento econométrico y la interpretación de los resultados, se estudia en 4.1 el caso de la variedad “Arroz-para-seco”. Esta exposición facilita la interpretación de los resultados para toda la muestra que se resumen en 4.2.

##### **4.1. Heterogeneidad Observada y no Observada en los Precios del Arroz-para-seco**

###### **4.1.1. Modelo Simple de Duración**

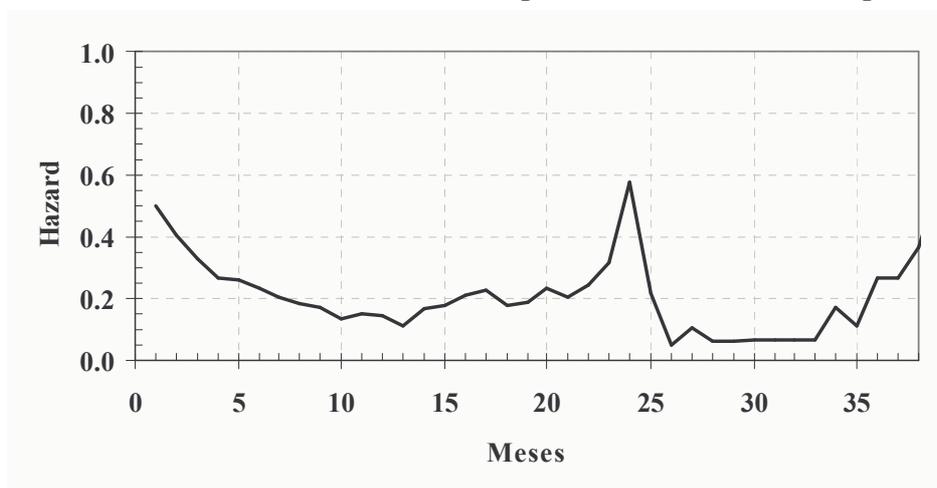
El Gráfico 2 muestra la función de Hazard estimada para las 16,224 duraciones de las correspondientes rachas de precios del Arroz-para-seco. Para esta estimación se hizo caso omiso de la heterogeneidad observada así como de la no observada, se eliminó la primera racha de precios de cada secuencia y se modeló la censura de la última racha en cada secuencia de precios.

La Hazard estimada del gráfico 2 revela que los precios del Arroz-para-seco son flexibles. Luego de un cambio de precio, durante el primer mes el 50% de las rachas cambian de precio. Dado que los precios han durado un mes, durante el segundo mes

40.5% de las rachas restantes cambian de precio, lo cual genera un acumulado de  $70.4\%=(50+(40.5*50))\%$  de rachas que cambian de precio antes del segundo mes. Dado que los precios han durado dos meses, durante el tercer mes el 33.0% de las rachas restantes de precios termina, para un acumulado de  $80.2\%=(50+(40.5*50)+(33*29.6))\%$  de cambios de precios antes del cuarto mes. Realizando este procedimiento sucesivamente observamos que el 95% de las rachas cambia de precio antes del décimo mes y el 99% antes de dos años.

La Hazard del Gráfico 2 no es monótona creciente ni decreciente sino a trozos. Esta decrece monótonamente desde el final del primer mes, 0.50, hasta el final del mes 13, 0.10. Luego crece no monótonamente hasta un máximo localizado al final del mes 24, 0.57, para luego decrecer y permanece en un valle, luego de lo cual crece de nuevo produciendo una forma de W.

**Gráfico 2 Función Estimada de Hazard para la Variedad “Arroz-para-seco”**



Es ampliamente reconocido que las funciones de Hazard decrecientes, es decir la probabilidad de cambiar de precios reduciéndose a lo largo del horizonte, no es sensata. En datos de duración de precios se espera que esta sea constante o preferiblemente creciente, cuando no se compone de picos. La forma de W del Gráfico 2 indica la

presencia de heterogeneidad en las duraciones de las rachas de precios del Arroz-para-seco.

#### 4.1.2. Modelo de Hazards Proporcionales Estratificado

Para eliminar el efecto del tipo de minorista sobre la forma de la Hazard, se realiza la estimación estratificada de las funciones de Hazard en la que cada estrato es un tipo distinto de minorista.

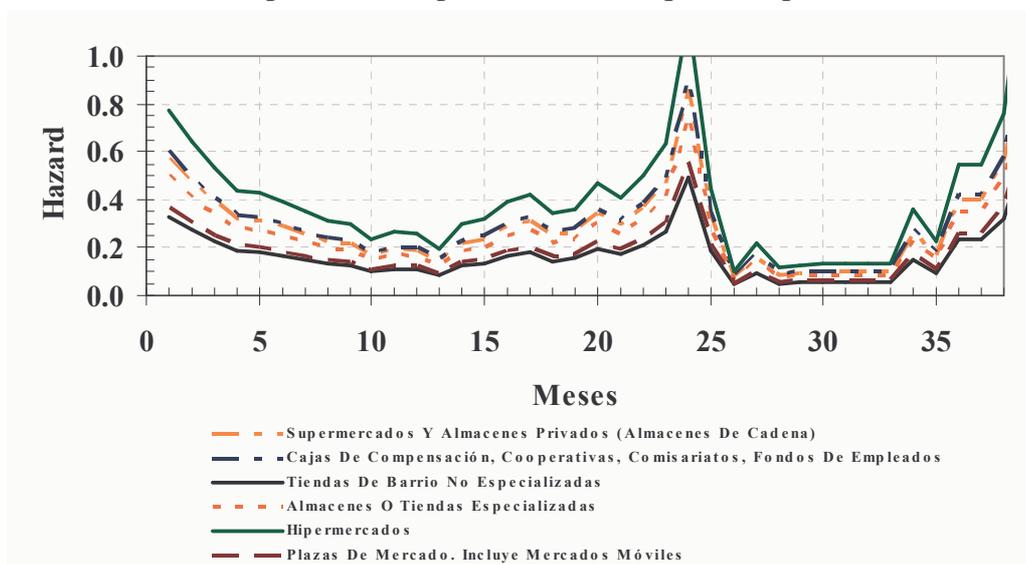
Si se supone que las funciones de Hazard son proporcionales, los regresores de la ecuación (1) son dummies que indican el tipo de minorista al que pertenece la duración. Para evitar la colinealidad se toma como base a las “Plazas-de-mercado-y-mercados-móviles” y en consecuencia su Hazard es la Hazard de base. La Hazard de los demás tipos de minoristas es  $e^{\beta_i}$  veces la Hazard de base, donde  $\beta_i$  es el coeficiente que acompaña la indicadora del tipo de minorista correspondiente para  $i = 1, 2, \dots, m-1$  donde  $m = 6$  es el número de distintos minoristas que expenden esta variedad.

El Gráfico 3 muestra las funciones de Hazard estimadas para los tipos de minoristas que expenden esta variedad. Los precios del Arroz-para-seco son más flexibles en los Hipermercados que en las Cajas-de-compensación, y estos son a su vez más flexibles que los de los Almacenes-o-tiendas-especializadas, y así sucesivamente hasta los más rígidos que se encuentran en las Tiendas-de-barrio-no-especializadas<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Este resultado se explica a través de la teoría de las rigideces de información. La información para realizar los re precios llega con cada carga de Arroz al minorista. Los Hipermercados tienen sistemas sofisticados de manejo de inventarios que permiten optimizar los costos de bodegaje, incrementando las oportunidades de re precio de este tipo de bienes con mucha frecuencia. Las Tiendas-tradicionales-de-barrio-no-especializadas, a su vez, no tienen estos costos de bodegaje y entonces la información necesaria para los re precios llega con poca una crecencia mas baja para este tipo de bien.

**Gráfico 3 Función Hazard de Base Estimada para la Variedad “Arroz-para-seco” para cada Tipo de Minorista que lo Expende**



La Tabla 1 muestra los coeficientes estimados del modelo de Hazards proporcionales de Cox a partir del cual se obtuvieron las Hazards de los demás tipos de minoristas del Gráfico 3. Los valores de la tercera columna, “Exp(Coef)”, de la Tabla 1 revelan que la Hazard de las tiendas-de-barrio-no-especializadas es el 89% de la de la Hazard de las plazas-de-mercado, la Hazard de las tiendas-de-barrio-especializadas es 134% de la de la Hazard de las plazas-de-mercado, la Hazard de hipermercados es 209% de la de la Hazard de las plazas-de-mercado, etc.

La Tabla 1 evidencia una fuerte heterogeneidad en la rigidez de los precios del Arroz-para-seco entre distintos tipos minoristas. Los precios del Arroz-para-seco en los Hipermercados son muy flexibles. Luego de un cambio de precio,  $2.09 \times 37.5\% = 77.6\%$  de los precios del Arroz-para-seco cambia durante el primer mes en estos distribuidores. De manera equivalente, solo 32.9% de los precios del Arroz-para-seco cambia durante el primer mes en las Tiendas-tradicionales-de-barrio-no-especializadas. Para las Tiendas-especializadas-de-barrio, Supermercados-y-almacenes-de-cadena y las Cajas-de-

compensación,-cooperativas,-comisariatos-y-fondos-de-empleados este valor es 49.8%, 57.1% y 60.0% respectivamente durante el primer mes.

**Tabla 1 Estimación Modelo de Hazards Proporcionales de Cox para las Duraciones de los Precios del Arroz-para-seco**

Tipo de Minorista	Coef	Exp(Coef)	SE(Coef)	z	Pr(> z )	Lower .95	Upper .95
Supermercados + Almacenes de Cadena	0.43	1.54	0.05	8.15	0.00	1.39	1.71
Cajas Compensacion, Cooperativas, Comisariatos, Fondos Empleados	0.48	1.62	0.06	8.50	0.00	1.45	1.81
Tiendas Tradicionales de Barrio no Especializadas	-0.12	0.89	0.06	-2.12	0.03	0.80	0.99
Tiendas Especializadas de Barrio	0.30	1.34	0.07	4.07	0.00	1.17	1.55
Hipermercados	0.74	2.09	0.07	11.11	0.00	1.84	2.38

Las diferencias en las rigideces de precios entre los minoristas del Arroz-para-seco son también significativas. La columna seis muestra el p-valor, “Pr(>|z|)”, de la prueba de igualdad de la *Hazard* del minorista correspondiente con la de base. Un p-valor inferior a 0.05 indica que la *Hazard* del minorista respectivo difiere significativamente de la de las Plazas-de-mercado, resultado que se obtiene para todos los tipos de minoristas del Arroz-para-seco.

Otra manera de verificar las diferencias en la rigidez de los precios del Arroz-para-seco entre distintos tipos de minoristas es comprobar si se traslapan los intervalos de confianza para  $e^{\beta_k}$  de las columnas siete y ocho. Se concluye que el comportamiento de las duraciones de los precios en los Hipermercados es distinto al de cualquier otro tipo de minorista.

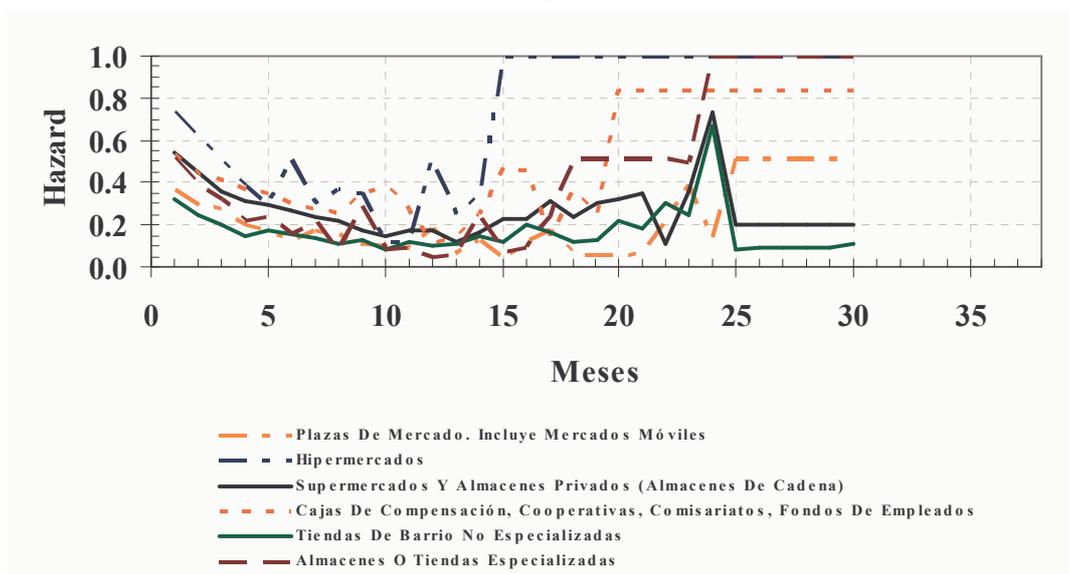
Adicionalmente, la hipótesis de proporcionalidad de las funciones de Hazard de distintos minoristas se rechaza. La prueba de Grambsch y Therneau (1994) para la nula de Hazards proporcionales tiene una estadística Chi-cuadrado de 17.83 con un p-valor de 0.002, indicando que las Hazards de distintos tipos de minoristas del Arroz-para-seco se cruzan.

#### 4.1.3. Modelo de Cox Estratificado

El resultado la prueba de Grambsch y Therneau (1994) indica que las funciones de Hazard de cada estrato no son proporcionales. En esta estimación cada uno de los estratos tiene su Hazard propia, no necesariamente proporcional a la de los demás estratos, lo cual corresponde a estimar una Hazard de base distinta para cada tipo de minorista.

El Gráfico 4 muestra las Hazards estimadas para cada tipo de minorista de Arroz-para-seco. Las Hazard de los diferentes minoristas se entrecruzan a distintos plazos y en consecuencia no son proporcionales. Sin embargo, se mantiene el hecho de que los precios del Arroz-para-seco son más flexibles en los Hipermercados que en las Tiendas-de-barrio-no-especializadas, los Almacenes-y-tiendas-especializadas y los Supermercados-y-almacenes-privados.

**Gráfico 4 Funciones de Hazard Estimadas para los Diferentes Tipos de Minoristas de Arroz-para-seco**



Es importante resaltar que las Hazard estimadas tienen forma de U, lo cual indica que parte de la heterogeneidad se redujo, pero la debida a otros factores persiste. En la

siguiente estimación se modela la posible heterogeneidad observada debido a cambios en el ambiente económico que enfrentan los minoristas del arroz-para-seco.

#### 4.1.4. Modelo de Cox Estratificado con Co-VARIABLES que Cambian con el Tiempo

Con el fin de reducir el efecto de la heterogeneidad de las duraciones debida a los cambios en el estado de la economía, se estima un modelo de Cox estratificado con co variables cuyo valor cambia a lo largo del tiempo.

La Tabla 2 contiene los resultados de la estimación del modelo estratificado de Cox para las duraciones de los precios del Arroz-para-seco donde se incluye el efecto de las co variables que indican el estado de la economía. En esta estimación los coeficientes que acompañan a las variables de estado son comunes para los diferentes estratos pero las Hazards de base de distintos tipos de minoristas son diferentes. Las variables de estado son; DEV\_ACUM, la devaluación acumulada desde el último cambio del precio, BRECHA\_PIBS, la Brecha del PIB real desestacionalizado, e INF\_ACUM, la inflación acumulada del gasto básico desde el último cambio del precio. En esta estimación se espera que incrementos en las variables de estado incrementen la probabilidad de un cambio de precios. En consecuencia se espera que los coeficientes sean positivos.

**Tabla 2 Estimación Modelo de Hazards Proporcionales de Cox para el Arroz-para-seco Estratificado por Tipo de Minorista y con Co-VARIABLES**

Variable	Coef	SE(Coef)	z	Pr(> z )	Exp(coef)	lower .95	upper .95
DEV_ACUM	-0.83	0.11	-7.80	0.00	0.44	0.35	0.54
INF_ACUM	-6.29	0.22	-28.04	0.00	0.00	0.00	0.00
BRECHA_PIBS	-3.97	0.42	-9.50	0.00	0.02	0.01	0.04

En la Tabla 2 se observa que el orden de las magnitudes de los coeficientes es el adecuado pero el signo es contrario al esperado. El efecto mas importante es el de la

inflación, seguido por el de la brecha del PIB y terminando con la devaluación acumulada. En adición, los cambios en las variables de estado afectan significativamente la Hazard de los precios del Arroz-para-seco como lo revela la columna cinco. Sin embargo, incrementos en las variables de estado reducen la probabilidad condicional de cambio de los precios del arroz.

Los resultados de la Tabla 2 son insensatos y apuntan a la existencia de otras fuentes de heterogeneidad. Para explicar estos resultados, contamos con dos tipos de heterogeneidad, la heterogeneidad debida a comportamientos diferenciados de la duración hasta un incremento o hasta una disminución del precio y la heterogeneidad no observada.

#### **4.1.5. Heterogeneidad no Observada y Riesgos Competitivos.**

En esta sección se modela simultáneamente la heterogeneidad no observada, “frailty”, y las diferencias en el comportamiento de las duraciones hasta un incremento o una reducción de los precios. La principal fuente de heterogeneidad no observada en nuestros datos surge de la no identificación de la marca o calidad del bien o servicio dentro de cada variedad. En el caso del Arroz-para-seco la muestra contiene arroces de diferentes marcas y calidades que pueden afectar el comportamiento de las duraciones y por ende sesgar las estimaciones. Así mismo, estudios previos sugieren que en la decisión de incrementar o reducir los precios, los minoristas tienen en cuenta diferente información y, en consecuencia, el comportamiento de las duraciones hasta una disminución es diferentes al de las duraciones hasta un incremento de precios. Véase Julio et al (2009) para resultados del IPC Colombiano y Misas et al. (2009) para resultados a nivel de firmas Colombianas.

Para ilustrar el efecto de estos dos tipos de heterogeneidad se realiza la estimación de la Hazard para incrementos y, separadamente, para las disminuciones de precios del Arroz-para-seco en los Supermercados-y-almacenes-privados.

La Tabla 3 contiene los resultados de la estimación de un modelo de Cox con co-variables que varían con el tiempo, con un término de fragilidad, “frailty” para las duraciones de los Supermercados-y-almacenes-privados para las duraciones de las rachas de precios que terminan en incrementos y para las que terminan en disminuciones.

El efecto de la heterogeneidad no observada, fragilidad, no solo es significativo sino cuantitativamente importante. El P-valor del término de fragilidad es prácticamente cero, lo cual indica que el efecto de la heterogeneidad no observada es muy significativo.

En general los signos de los efectos de las variables de estado son los esperados. Un incremento de 100 pbs en la inflación acumulada incrementa la Hazard de un aumento del precio en  $6.5\% = (e^{6.29/100} - 1)\%$ . Una disminución de 100 pbs en la inflación acumulada incrementa la Hazard de la reducción del precio en 8.6%. Para el caso de la devaluación estas cifras son 0.1% y 1.4% respectivamente pero el efecto sobre la Hazard del incremento no parece ser estadísticamente significativo. De igual manera, el efecto de un incremento de 100 pbs en la brecha del PIB incrementa la Hazard de un aumento de los precios en 5.7% y una disminución de 100 pbs incrementa la Hazard de una reducción de los precios en 5.2%.

Al comparar estos resultados con los de la 2 se concluye que la Hazard de incrementos de precios es marcadamente distinta a la de disminuciones. La diferencia entre los resultados de las Tablas 2 y 3 se deben principalmente al hecho que los

minoristas exhiben comportamientos diferenciados hasta un incremento o una disminución de los precios. El efecto de una reducción de la inflación sectorial sobre la probabilidad de una disminución del precio es más grande que el de un incremento similar de esta sobre la probabilidad de un incremento de precios. Lo mismo sucede con la devaluación y la brecha de PIB.

**Tabla 3 Riesgos Competitivos de Aumento y Disminución de los precios en Modelo de Cox para el Arroz-para-seco en los Supermercados-Y-Almacenes-Privados, con Co-Variantes y Fragilidad**

Efecto	Incrementos			Disminuciones		
	Coef	P_Valor	Exp(coef)	Coef	P_Valor	Exp(-coef)
INF_ACUM	6.29	0.00	536.46	-8.26	0.00	3866.09
DEV_ACUM	0.13	0.48	1.14	-1.40	0.00	4.06
BRECHA_PIBS	5.54	0.00	254.68	-5.05	0.00	156.02
Fragilidad		0.00			0.00	

Estos resultados no implican, sin embargo, que la frecuencia de cambio de los precios del Arroz-para-seco sea más alta para disminuciones que para incrementos ya que los niveles de la Hazard de base pueden diferir.

#### 4.1.6. Resumen de los Resultados para el Arroz-para-Seco

De los resultados anteriores se concluye lo siguiente con respecto al comportamiento de las duraciones de los precios del arroz-para-seco. Como primera medida se observa un alto nivel de heterogeneidad en las duraciones de los precios de diferentes tipos de minoristas. Los precios de los Hipermercados tienden a ser significativamente más flexibles que los de las Cajas-de-compensación, los de estas son más flexibles que los de los Supermercados y los más rígidos son los de las Tiendas-tradicionales-de-barrio-no-especializadas. Segundo, hay fuerte evidencia de que el comportamiento de los minoristas de Arroz-para-seco es diferente cuando deciden un incremento a cuando

deciden una disminución del precio. Tercero, hay fuerte evidencia a favor de dependencia del estado en las reglas de precios de los expendedores de arroz-para-seco. La dependencia de las duraciones sobre la inflación sectorial acumulada es, de acuerdo con Taylor (1999) y Golosov & Lucas (2007), evidencia de costos de menú. Sin embargo, los efectos de los cambios en las variables de estado son moderados lo cual puede tener que ver con el hecho que este es un bien con precios flexibles. Cuarto, la heterogeneidad no observada, marca o calidad de la variedad, tiene un efecto muy significativo y cuantitativamente importante sobre la Hazard de los precios del Arroz-para-seco. Finalmente, se descartan los contratos explícitos o implícitos así como los precios a la Calvo o los contratos de Taylor para los precios del Arroz-para-seco.

#### **4.2. Resultados Para Toda la Muestra**

Con el fin de garantizar que los estimadores de las funciones de Hazard de cada variedad y los resultados de las pruebas de hipótesis posean propiedades adecuadas, se eliminó la información de los tipos de minoristas que contienen menos de 200 rachas de precios dentro de cada variedad. Esto corresponde a una reducción del 4.02% del IPC en nuestro análisis.

Para cada variedad el procedimiento es el siguiente. Como primera medida se estima un modelo con Hazards proporcionales estratificado por tipo de minorista y se prueba la hipótesis de igualdad de las Hazards entre los diferentes estratos. Segundo, dependiendo del resultado del punto anterior se estima un modelo con Hazards proporcionales, no proporcionales o iguales introduciendo simultáneamente las co-variables que varían con el tiempo y el término de fragilidad para los incrementos y, separadamente, para las disminuciones de precios. En este paso se obtiene la significancia del término de

fragilidad para la Hazard de los incrementos como para la de las disminuciones. Tercero, Si el efecto de las variables que varían con el tiempo es significativo, concluimos la dependencia del estado de la regla de precios del bien. Si la Hazard depende de la inflación sectorial acumulada, de acuerdo con Taylor (1999) y Golosov & Lucas (2007), hay evidencia de costos de menú. Cuarto, si las variables de estado no afectan significativamente a la Hazard, se prueba la hipótesis de que esta sea constante, es decir, si corresponden a una regla de Calvo. Quinto, si se rechaza la hipótesis anterior se determina si la Hazard es creciente o si corresponde a un contrato de Taylor, es decir, con picos.

#### **4.2.1. Heterogeneidad Observada: Comportamiento de los Distintos**

##### **Tipos de Minoristas**

Distintos tipos de minoristas pueden presentar comportamientos diferentes al establecer la duración de los precios de la misma variedad de bien o servicio. En esta subsección se estudia si las Hazards de distintos minoristas de cada una de las variedades de bienes y servicios del IPC son iguales o diferentes.

El 44.4% del IPC es distribuido por un solo tipo de minorista, lo cual ocurre principalmente para servicios y para algunos bienes muy específicos. Sobre estas variedades no es necesario realizar la prueba de igualdad de funciones de Hazard. El 51.6% del IPC es distribuido por más de un tipo de minorista y sobre estos se realiza la prueba. Para el 85% de estos últimos se rechaza la prueba de igualdad y para el 15% restante no se puede rechazar. Las variedades para las que no se rechaza la hipótesis de igualdad se concentran en el grupo de Transporte-y-comunicaciones que tienen en promedio dos tipos de minoristas reportando la información de sus precios.

La Tabla 4 resume los resultados de la prueba de igualdad de las Hazards de los distintos tipos de minoristas dentro de cada variedad, de acuerdo con los grupos de la clasificación homogenizadora de la rigidez de Julio et al. (2009). La columna dos muestra el número promedio de minoristas que distribuyen las variedades del grupo, mostrando por separado las variedades que tienen solo un tipo de minorista. Las columnas tres cuatro y cinco muestran respectivamente la ponderación del IPC para las variedades en que se rechaza, no se rechaza y total para la hipótesis de igualdad de las Hazard de los diferentes tipos de minoristas.

**Tabla 4 Heterogeneidad Observada: Igualdad de las Funciones Hazard de Base de los Tipos de Minoristas para cada Grupo de la Clasificación Homogenizadora de la Rigidez**

Clasificación que Homogeniza la Heterogeneidad	Numero Promedio de Minoristas	Diferente	Igual	Total
Alimentos Perecederos	6.3	4.7	0.1	4.8
Alimentos Semi Procesados	5.4	13.7	1.1	14.7
Alimentos Procesados	5.2	2.6	0.6	3.2
	1.0		0.1	0.1
Bienes Consumibles	3.8	7.7	0.5	8.1
	1.0		1.0	1.0
Bienes Durables	2.4	1.5	4.1	5.6
	1.0		1.3	1.3
Vestuario	2.0	5.5	0.9	6.4
	1.0		0.9	0.9
Alimentos Fuera del Hogar	2.0	6.6		6.6
	1.0		0.1	0.1
Servicios Indexados Inflacion	2.0	0.1		0.1
	1.0		25.6	25.6
Servicios Indexados LP	1.0		0.8	0.8
Servicios Indexados a CUP	2.0	1.1		1.1
	1.0		5.5	5.5
Servicios otros	2.0	0.5		0.5
	1.0		4.4	4.4
Servicios Personales	2.7	0.0	0.6	0.7
	1.0		3.8	3.8
Servicios Transporte	1.0		0.8	0.8

La heterogeneidad de las duraciones por comportamientos diferenciados por tipo de minorista se relaciona directamente con el número tipos de minoristas de la variedad.

Los alimentos (perecederos, semi-procesados y procesados), que son distribuidos por el mayor número de tipos de minoristas, presentan un comportamiento altamente heterogéneo por tipo de minorista. A estos los siguen los bienes industriales (consumibles, durables y vestuario) y finalmente aparecen los servicios que tienen el menor número de distribuidores.

Para los alimentos se encuentra, en general, que los más precios más flexibles se encuentran en los Hipermercados, seguidos por los precios de las Cajas-de-compensación y Supermercados, siendo las más rígidos los precios de las Tiendas-tradicionales-de-barrio-no-especializadas. Este patrón es marcado para Alimentos-semi-procesados y Alimentos-procesados, y aparece levemente en los Alimentos-perecederos.

Se concluye que las duraciones de los precios de los bienes son heterogéneas por tipo de minorista excepto por los durables. Las duraciones de los precios de los servicios son muy homogéneas excepto por los alimentos fuera del hogar. Lo primero se debe principalmente a los servicios son distribuidos por pocos tipos de minoristas en comparación con el número de los que distribuyen bienes.

#### **4.2.2. Heterogeneidad Observada: Heterogeneidad por los Cambios en los Valores de las Variables de Estado a lo Largo del Tiempo y Riesgos Competitivos**

Para determinar el grado de heterogeneidad observada debida al efecto de los cambios en los valores de las variables de estado a lo largo del tiempo, estudiamos los coeficientes estimados en un modelo de Cox para los incrementos y disminuciones de los precios.

#### 4.2.2.1. Inflación Acumulada

La Tabla 5 contiene la comparación de los coeficientes promedio estimados que acompañan a la inflación sectorial acumulada en la función de Hazard para los incrementos y, separadamente, para las reducciones de precios para los grupos de la clasificación que homogeniza la rigidez de los precios del IPC.

**Tabla 5 Heterogeneidad Observada: Efecto de la Inflación Sectorial Acumulada sobre la Hazard de Incrementos y Disminuciones**

Clasificación que Homogeniza la Heterogeneidad	Efecto de la Inflación Hazard Incremento	Efecto de la Inflación Hazard Disminución
Alimentos Perecederos	1.1	-0.7
Alimentos Semi Procesados	10.4	-9.3
Alimentos Procesados	15.7	-15.3
Bienes Consumibles	15.9	-15.0
Bienes Durables	9.3	-7.7
Vestuario	12.5	-10.5
Alimentos Fuera del Hogar	24.3	-27.8
Servicios Indexados Inflación	20.8	-30.0
Servicios Indexados LP	9.1	-10.2
Servicios Indexados a CUP	6.0	-7.9
Servicios otros	11.0	-12.8
Servicios Personales	15.5	-16.5
Servicios Transporte	11.4	-5.9

El efecto de la inflación acumulada sobre la Hazard de incrementos y disminuciones de precios de Alimentos es inversamente proporcional a su perecibilidad. El efecto de la inflación acumulada sobre la duración de los precios de los Alimentos-perecederos es moderada. Un incremento de 100 pbs en la inflación acumulada de los gastos básicos de los Alimentos-perecederos incrementa la probabilidad de incremento del precio en solo 1%, y el efecto de una disminución de 100 pbs de la inflación sectorial acumulada incrementa la probabilidad de una reducción del precio en 0.7%. Esto contrasta con el efecto de incrementos/disminuciones de la inflación acumulada del gasto básico sobre la duración de los precios hasta su incremento/disminución para los Alimentos-procesados.

Un incremento de 100 pbs de la inflación del gasto básico de una variedad de alimentos procesados incrementa la Hazard de un incremento de precios en 17% mientras que una disminución de 100 pbs incrementa la Hazard de una disminución del precio en 14.1%.

El efecto de la inflación es muy moderado para las variedades que tienen precios flexibles. Efectos muy pequeños de la inflación sectorial acumulada ocurren para las variedades de Alimentos-perecederos y Servicios-indexados-al-costo-unitario-de-producción, CUP. Para estas variedades, que son muy flexibles, los precios cambian con mucha frecuencia independientemente de la inflación acumulada desde el último cambio de precio.

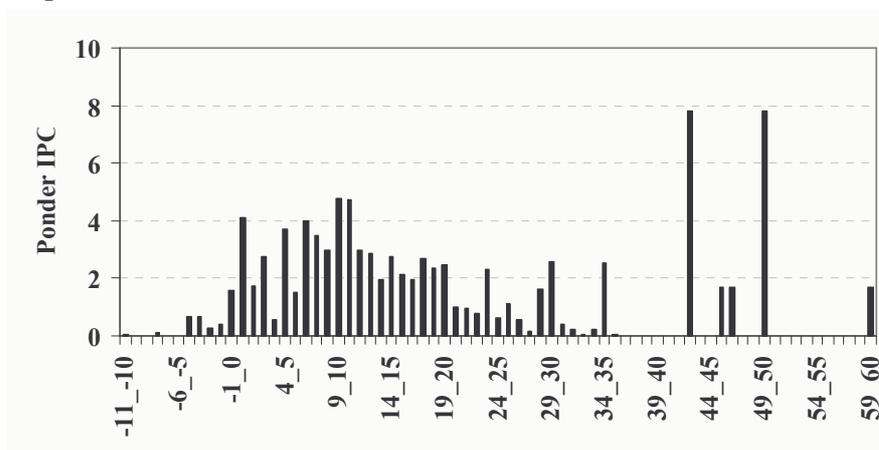
No es sorpresa que el efecto de los cambios de la inflación acumulada desde el último cambio de precios sea muy grande para los Servicios-indexados-a-la-inflación y los Alimentos-fuera-del-hogar. Por el contrario, el efecto de los cambios en la inflación es moderado para las duraciones hasta el incremento o disminución de los precios de los Servicios-indexados-a-relaciones-de-largo-plazo, LP y de los Bienes-durables.

El efecto de incrementos en la inflación sectorial acumulada sobre la Hazard de los aumentos de precios es más alto para los bienes que para los servicios y el efecto de las disminuciones de la inflación sectorial acumulada sobre la Hazard de las reducciones de precios es más alto para los servicios que para los bienes. En consecuencia, una expansión monetaria acelera su efecto sobre los precios a través de los precios de los bienes, mientras que una contracción acelera su efecto sobre los precios a través de los precios de los servicios.

El Gráfico 5 muestra la distribución de las ponderaciones del IPC en diferentes rangos de valores del coeficiente de la inflación acumulada sobre la Hazard de los incrementos de precios del IPC. En el eje horizontal se encuentran los rangos de valores

del coeficiente de la inflación. Las barras indican la ponderación del IPC en cada rango.

**Gráfico 5 Distribución de los valores del Coeficiente de la Inflación para la Explicación de la Probabilidad de un Incremento de los Precios**



Este gráfico revela una distribución sesgada a la derecha con una alta concentración de las ponderaciones del IPC en valores con efectos moderados, entre 4 y 20. Sin embargo, 3.71% del IPC presenta coeficientes estimados negativos, que tienden a ser no significativos.

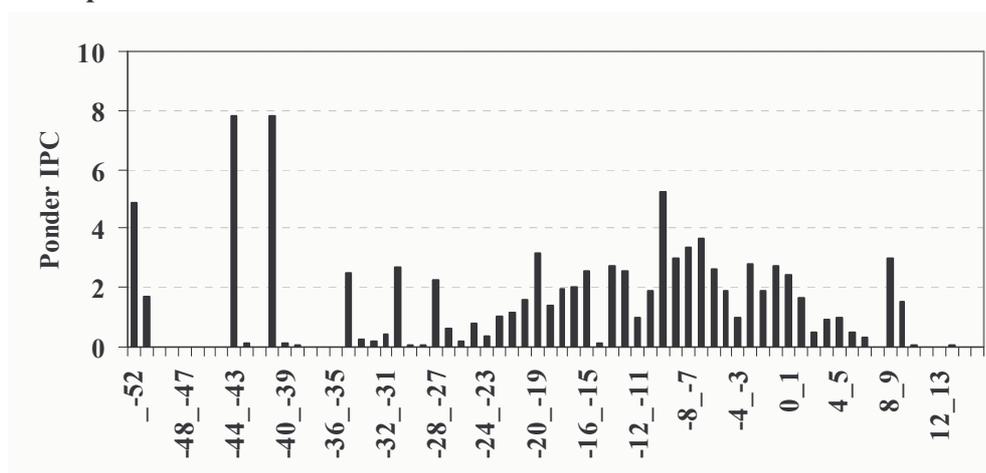
Las barras correspondientes a coeficientes superiores a 42 corresponden a las cinco diferentes variedades de Arrendamiento. Para estas, un incremento de 100 pbs de la inflación acumulada sectorial incrementa la Hazard de un incremento del precio del Arriendo en 57% por lo menos. Las barras correspondientes a los coeficientes inferiores a cero contienen un grupo reducido de Alimentos-perecederos, Vestuario y Durables.

El Gráfico 6 muestra la distribución de las ponderaciones del IPC en diferentes rangos de valores del coeficiente de la inflación acumulada sobre la Hazard de las disminuciones de precios del IPC. En el eje horizontal se encuentran los rangos de valores del coeficiente de la inflación. Las barras indican la ponderación del IPC en cada rango.

El gráfico 6 revela una distribución sesgada a la izquierda con 11.8% de la

ponderación del IPC en valores positivos. En este grupo se encuentra un grupo de variedades de Alimentos-perecederos, Vestuario, Durables y algunas variedades de servicios. Aunque su efecto es contrario al esperado, este tiende a no ser significativo. La ponderación de las variedades cuyos coeficientes asociados a la inflación tienen valores por debajo de -40 es de 22.26% del IPC y se conforma de variedades de Arrendamiento y Servicios-de-transporte. Para estos, una disminución de 100 pbs en la inflación acumulada sectorial incrementa la Hazard de una disminución del precio en casi 50%.

**Gráfico 6 Distribución de los valores del Coeficiente de la Inflación para la Explicación de la Probabilidad de una Disminución de los Precios**



#### 4.2.2.2. Devaluación Acumulada

La Tabla 6 contiene la comparación de los coeficientes promedio de respuesta de la Hazard de incrementos y, separadamente, de disminuciones de precios del IPC de acuerdo con los grupos de la clasificación que homogeniza la rigidez de los precios.

Los efectos de la devaluación acumulada tienden a ser muy moderados, y por la misma razón algunos son en promedio no razonables, negativos para la Hazard de

incrementos y positivos para la de disminuciones. Estos efectos tienden a ser también poco significativos en promedio.

**Tabla 6 Heterogeneidad Observada: Efecto de la Devaluación sobre la Hazard de Incrementos y Disminuciones**

Clasificación que Homogeniza la Heterogeneidad	Efecto de la Devaluación Hazard Incremento	Efecto de la Devaluación Hazard Disminucion
Alimentos Perecederos	-0.8	0.5
Alimentos Semi procesados	0.6	-0.3
Alimentos Procesados	0.7	-0.1
Bienes Consumibles	-0.2	0.7
Bienes Durables	1.6	-1.2
Vestuario	2.4	-1.9
Alimentos Fuera del Hogar	2.1	-2.2
Servicios Indexados Inflacion	2.6	-11.7
Servicios Indexados LP	2.8	-2.3
Servicios Indexados a CUP	0.6	2.3
Servicios otros	1.4	-5.9
Servicios Personales	2.0	-1.5
Servicios Transporte	3.6	-1.6

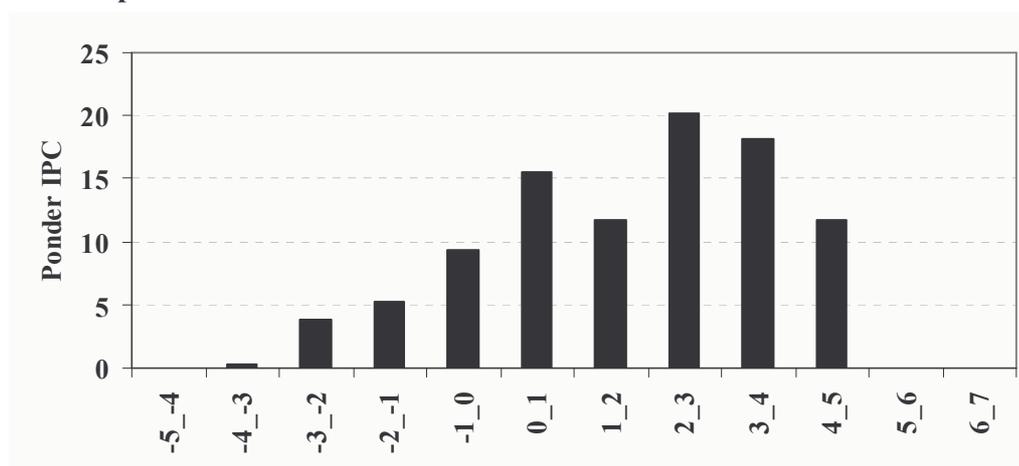
Sin embargo, las magnitudes podrían relacionarse con diferencias en transabilidad entre los bienes. En efecto, la sensibilidad de la Hazard de los aumentos de los precios de los Alimentos a los incrementos en la devaluación es inversamente proporcional a la percibibilidad (como inverso de la transabilidad) de estos. De igual manera, este efecto es menor para Bienes-consumibles que para Bienes-durables, y este es a su vez más pequeño que el de Vestuario.

De igual forma, los grupos que tienen precios flexibles registran coeficientes moderados o negativos pero no significativos de respuesta a cambios en la devaluación acumulada.

El Gráfico 7 muestra la distribución de las ponderaciones del IPC en los diferentes rangos de valores del coeficiente asociado a la devaluación acumulada sobre la Hazard de un incremento de los precios.

Los coeficientes de respuesta de la probabilidad de un incremento de precio a un incremento en la devaluación están concentrados en valores muy moderados. El 80% del IPC tiene un coeficiente de respuesta entre 0 y 5, y el 18.31% muestra valores no razonables, menores que cero, con alta concentración entre -1 y 0. Esta concentración es consistente con efectos moderados y no significativos. A este grupo pertenecen la mayoría de los Alimentos-perecederos y semi-procesados, los Servicios-indexados-al-costo-unitario-de-producción, varias Bienes-consumibles y algunas variedades de Bienes-durables.

**Gráfico 7 Distribución de los valores del Coeficiente de la Devaluación para la Explicación de la Probabilidad de un Incremento de los Precios**



Las variedades con coeficientes entre 3 y 5 incluyen la Gasolina-para-transporte y algunos Servicios-de-Transporte, el Pasaje-aéreo, el Servicio-de-energía-eléctrica y algunos bienes consumibles y durables que son importados.

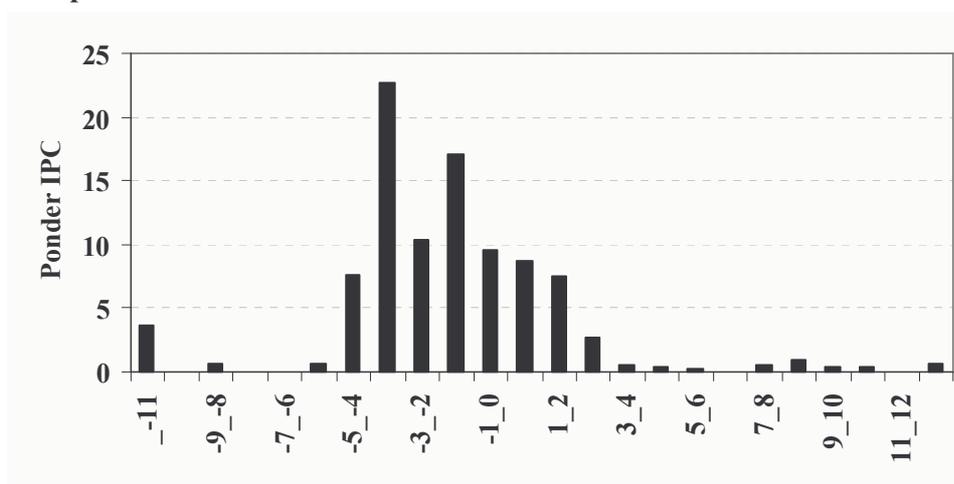
El Gráfico 8 muestra la distribución de las ponderaciones del IPC en los diferentes rangos de valores del coeficiente asociado a la devaluación acumulada sobre la Hazard de reducción de los precios de las variedades del IPC.

Al igual que la distribución de los coeficientes asociados a un incremento de precios,

esta distribución está altamente concentrada en valores muy moderados, entre -5 y 5. Sin embargo, 23.4% del IPC presenta coeficientes no razonables, mayores que cero, con una alta concentración alrededor de cero, lo cual indica que su efecto no es significativo. A este grupo pertenecen la mayoría de los Alimentos, Servicios-indexados-al-costo-unitario-de-producción, Bienes-consumibles y Bienes-durables no importados.

Adicionalmente, el 12.8% del IPC presenta coeficientes inferiores a -5, los cuales corresponden a un conjunto de variedades de Otros-Servicios y Pasaje-aéreo principalmente.

**Gráfico 8 Distribución de los valores del Coeficiente de la Devaluación para la Explicación de la Probabilidad de una Disminución de los Precios**



#### 4.2.2.3. Brecha del PIB

La Tabla 7 contiene los coeficientes promedio de respuesta de las Hazard de incrementos y, separadamente, de disminuciones de los precios a cambios en la Brecha del PIB para los grupos de la clasificación que homogeniza la rigidez de los precios del IPC.

**Tabla 7 Heterogeneidad Observada: Efecto de la Devaluación sobre la Hazard de Incrementos y Disminuciones**

Clasificación que Homogeniza la Heterogeneidad	Efecto de la Brecha del PIB Hazard Incremento	Efecto de la Brecha del PIB Hazard Disminucion
Alimentos Perecederos	7.9	-8.5
Alimentos Bajo Proceso	7.0	-9.0
Alimentos Procesados	9.9	-12.5
Bienes Consumibles	21.9	-23.0
Bienes Durables	27.0	-25.2
Vestuario	37.0	-38.2
Alimentos Fuera del Hogar	19.7	-33.7
Servicios Indexados Inflacion	34.9	-151.1
Servicios Indexados LP	50.1	-46.2
Servicios Indexados a CUP	7.8	-14.5
Servicios otros	32.5	-56.6
Servicios Personales	37.5	-42.4
Servicios Transporte	29.9	-44.9

La Hazard de las reducciones de los precios tiende a ser más sensible a las disminuciones de la brecha del PIB que la Hazard de los aumentos a incrementos similares de la brecha del PIB. Dicho de otra manera, el incremento en la frecuencia de reducciones de precios debido a una reducción de 100 pbs de la brecha del PIB es más grande que el aumento en la frecuencia de incrementos debido a un incremento de 100 pbs de la brecha del PIB.

Sin embargo, vale la pena anotar que las sensibilidades son muy moderadas para Alimentos, moderadas para Bienes-diferentes-a-alimentos y pronunciadas para Servicios, excepto para los indexados-al-costo-unitario de producción.

Adicionalmente, los bienes y servicios flexibles tienen poca sensibilidad a las variaciones de la brecha del PIB. La sensibilidad de las Hazard de incrementos y disminuciones de los precios de Alimentos-en-el-hogar y de Servicios-indexados-a-costo-unitario-de-producción a cambios en la brecha del PIB son bastante moderados.

### 4.2.3. Heterogeneidad no Observada

La heterogeneidad, no observada, entre las reglas de precios de distintos minoristas de la misma variedad de bien o servicio obedece a diversos factores. Como se menciono anteriormente, la marca o calidad del bien o servicio no esta identificada en la muestra, y existen otras condiciones, no observadas, de la oferta o demanda del bien o servicio que enfrenta el minorista particular.

La Tabla 8 contiene la ponderación total de las variedades para las que se encontró heterogeneidad no observada dentro de cada grupo de la clasificación que homogeniza la rigidez de los precios. La columna tres contiene la ponderación total del grupo dentro del IPC.

**Tabla 8 Heterogeneidad no Observada: Ponderación Total de las Variedades en las que la Fragilidad fue Significativa.**

Clasificación que Homogeniza la Heterogeneidad	No Fragilidad	Fragilidad
Alimentos Perecederos	0.1	4.7
Alimentos Semi Procesados	0.1	14.7
Alimentos Procesados	0.1	3.1
Bienes Consumibles	0.6	8.5
Bienes Durables	3.6	3.2
Vestuario	4.8	2.5
Alimentos Fuera del Hogar		6.7
Servicios Indexados Inflacion	24.7	0.9
Servicios Indexados LP	0.8	0.0
Servicios Inxados a CUP	3.7	3.0
Servicios otros	3.4	1.4
Servicios Personales	3.1	1.3
Servicios Transporte	0.4	0.4

En total, el 50.5% del IPC registra heterogeneidad no observada. Esto corresponde principalmente a las variedades de los grupos de Alimentos (perecederos, semi-procesados y procesados), Bienes-consumibles y Alimentos-fuera-del-hogar. El 45.5% restante del IPC no registra heterogeneidad no observada, lo cual corresponde principalmente a las variedades de Servicios-indexados-a-la-inflación, Vestuario,

Servicios-indexados-a-los-costos-unitarios-de-producción, y otros bienes y servicios de diferentes grupos.

Estos resultados no son sorprendidos. Los Alimentos contienen distintas calidades y marcas mientras que los Servicios-indexados-a-la-inflación tienden a tener comportamientos muy homogéneos por la regulación. Los Servicios-indexados-al-costo-unitario-de-producción, por su parte son heterogéneos por diferencias entre diferentes ciudades o municipios.

## **5. Conclusión**

El objeto de este trabajo era el de estudiar las “reglas de precios” de los minoristas Colombianos de bienes y servicios a través de la forma de la función de Hazard. Los resultados muestran evidencia en favor de

- Dependencia de estado. El efecto de los cambios de la inflación sectorial acumulada y de la brecha del PIB sobre las Hazard de incrementos y disminuciones de precios tienden a ser significativas. Los cambios en la tasa de devaluación acumulada tienen efectos muy moderados sobre las Hazards.
- Sin embargo, la dependencia de las duraciones de los precios sobre el estado de la economía es más fuerte para variedades cuyos precios son rígidos en comparación con la de las variedades que tienen precios flexibles. La sensibilidad de las Hazards de Alimentos-en-el-hogar y de Servicios-indexados-al-costo-unitario-de-producción es comparativamente baja.
- Hay evidencia muy fuerte de riesgos competitivos entre incrementos y

disminuciones de precios. Las Hazards estimadas para el evento cambio de precio presentan signos que no son razonables a los cambios de las variables de estado. Al estimar el modelo de riesgos competitivos para incrementos y disminuciones los coeficientes toman sus signos esperados para la mayoría del IPC.

Adicionalmente, el efecto de incrementos de la inflación sectorial acumulada sobre la Hazard de un incremento de los precios es más alta para bienes que para servicios. De manera similar, el efecto de reducciones de la inflación sectorial acumulada sobre la Hazard de una disminución de los precios es más alta para servicios que para bienes.

- Sin embargo, la sensibilidad de las Hazards a cambios en la tasa de devaluación acumulada es muy moderada.
- Hay poca evidencia de contratos explícitos o implícitos sobre la duración de los precios excepto por servicios regulados como Arriendos, Transporte, Salud y Educación, un no despreciable 26.5% del IPC. La Hazard de estos servicios es multimodal con modas en plazos específicos de tiempo.
- Los resultados apuntan a una fuerte de heterogeneidad debida al tipo de minorista que distribuye el ítem. Para Alimentos-perecederos y semi-procesados los Hipermercados tienen precios muy flexibles, y las Tiendas-tradicionales-de-barrio-no-especializadas tienen precios rígidos.
- Finalmente, se encontró una fuerte heterogeneidad no observada en las duraciones de los precios del IPC. Esta heterogeneidad se debe a la marca o calidad, no observada, de la variedad específica de bien o servicio, o a condiciones particulares de la demanda u oferta del minorista particular.

## BIBLIOGRAFIA

- Calvo, G. 1983. "Staggered Prices in a Utility Maximizing Framework: The Frequency of Price Adjustments". *Journal of Monetary Economics*, 12, (383-398).
- Carvalho, C. 2006. "Heterogeneity in Price Stickiness and the Real Effects of Monetary Shocks," *Frontiers of Macroeconomics*: Vol. 2 : Iss. 1, Article 1. Recipient of the Arrow Prize in Macroeconomics.
- Carvalho, C. and Nechio, F. 2008. "Aggregation and the PPP Puzzle in a Sticky Prices Model". Unpublished mimeo.
- Carvalho, C. and Schwartzman, F. 2008. "Heterogeneous Price Setting Behavior and Aggregate Dynamics: Some General Results" Unpublished Manuscript.
- DANE. 1999. "Metodología del IPC-98", Grupo de Trabajo IPC. Bogota, Colombia. [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/metodologia\\_IPC-98.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/metodologia_IPC-98.pdf)
- Dias, D., Marques, C. and Santos, J. 2005. "Time or State Dependent pricing Rules? Evidence from Portuguese Micro Data". Working Paper Series, European Central Bank, 511.
- Eichengreen, M. and Fisher, J. 2003. "Testing the Calvo Model of Sticky Prices". *Economic Perspectives*. Federal Reserve Bank of Chicago. Issue Q II. 40-53
- Fougere, D., Le Bihan, H. y Sevestre, P. 2005. "Heterogeneity in Consumer Price Stickiness: A Microeconomic Investigation". ECB Working paper 536, Octubre de 2005.
- Fuhrer & Moore (1995) "Monetary Policy Trade-Offs and the Correlation between Nominal Interest Rates and Real Output". *The American Economic Review*, Vol. 85, # 1, 219-239.
- Grambsch, P. y Therneau, T. 1994. "Proportional hazards tests and diagnostics based on weighted residuals". *Biometrika*. 81. 515-26.
- Golosov, M. & Lucas Jr. R., 2003. "Menu Costs and Phillips Curves," National Bureau of Economics Research, Working paper 10187, <http://www.nber.org/papers/w10187>.
- Golosov, M. & Lucas Jr. R., 2007. "Menu Costs and Phillips Curves," *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, vol. 115, 171-199.
- Heckman, J. y Singer, B. 1984. "Econometric Duration Analysis", *Journal of Econometrics*, 24, 63-132.
- Julio, J., Zárate, H. y Bejarano, M 2009. "The Stickiness of Colombian Consumer Prices". Borradores Semanales de Economía, núm. 578, <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra578.pdf>
- Meeker, W. Q. and Escobar, L. A. 1998. *Statistical Methods for Reliability Data*. John Wiley and Sons Inc.

Misas, M., López, E. and Parra, J. 2009. "La Formación de Precios en las Empresas Colombianas: Evidencia a partir de una Encuesta Directa". Borradores Semanales de Economía, Banco de la Republica. # 569.

Taylor, J. 1999. "Staggered Price and Wage Setting in Macroeconomics." Handbook of Macroeconomics, 15, Elsevier, New York.

Taylor, J. 1980. "Aggregate Dynamics and Staggered Contracts." Journal of Political Economy, 88, (1-22).

Vaida, F. y Xu, R. 2000. "Proportional Hazards Model with random Effects". Statistics in Medicine. 19. 3309-3324.