

Estimación de la demanda de vehículos nuevos de los hogares colombianos entre 2001 y 2011.*

Juan Esteban Carranza Alejandra Ximena González

Resumen

El objetivo de este documento es evaluar el efecto de los impuestos, la tasa de cambio y el ingreso de los hogares en la demanda colombiana de carros nuevos entre 2001 y 2011. Durante este periodo las ventas de vehículos se incrementaron y la composición de las ventas cambió sustancialmente. Nuestro análisis está basado en la estimación de un sistema de demanda que utilizamos para evaluar el efecto que tuvo la reforma tributaria de 2006, en la cual se modificó el IVA de los vehículos de distintos tipos, y el efecto que habrían tenido cambios en la tasa de cambio y en el ingreso. Los resultados sugieren que la reforma tributaria y los cambios en la tasa de cambio tuvieron poco efecto sobre la demanda agregada, mientras que el ingreso tuvo un efecto significativamente mayor.

Palabras Clave: Vehículos, Utilidad del consumidor, Demanda, Impuestos, Tasa de cambio, Ingreso

Clasificación JEL: L62, D12, D22

Abstract

The objective of this paper is the evaluation of the effect of tax policies, the exchange rate and household income on new car demand in Colombia between 2001 and 2011. During these years car sales increased and the composition of vehicle sales changed substantially. Our analysis is based on demand system that we use to evaluate the impact of the 2006 tax reform, which changed sales taxes charged for cars of different types, and the effect of observed changes in the exchange rate and the household-level income. The results suggest that tax reform and exchange rate had a low impact on the aggregate demand, whereas the income effect was significantly higher.

Keywords: Vehicles, Consumer Utility, Demand, Taxes, Exchange Rate, Income.

JEL classification: L62, D12, D22

*Centro de Estudios sobre Economía Industrial e Internacional, Banco de la República-Cali. Correspondencia: jcarra-ro@banrep.gov.co; agonzara@banrep.gov.co. La serie Borradores de Economía es una publicación de la Subgerencia de Estudios Económicos del Banco de la República. Los trabajos son de carácter provisional, las opiniones y posibles errores son responsabilidad exclusiva de los autores y sus contenidos no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

1. Introducción

Durante los años 2001 a 2011 las ventas de vehículos nuevos en Colombia se incrementaron a una tasa promedio anual de 20%. Adicionalmente, la composición de las ventas de carros cambio sustancialmente al incrementarse la participación de los carros de mayor tamaño y cilindraje. Este comportamiento del mercado coincide con un momento de la economía colombiana en el simultáneamente cambiaron mucho factores determinantes del comportamiento del mercado. En este documento nos centraremos en tres de estos factores: la política tributaria, la tasa de cambio y el ingreso.

Durante la década estudiada la tasa de cambio tuvo fuertes fluctuaciones que se reflejaron en los precios finales de los carros y sus ventas. Por otro lado, los cambios en el régimen tributario afectaron no sólo los precios finales de los carros, sino sus precios relativos pues se unificaron tarifas arancelarias y de IVA entre tamaños de vehículos y se firmaron tratados de libre comercio que afectaron diferencialmente a distintas marcas.

El entendimiento del mercado de vehículos no sólo es importante por su gran crecimiento, sino también por el peso que tiene en el valor agregado de la economía colombiana (0.2% del PIB), por su participación de más del 15% en las importaciones totales, del 9% en el recaudo del IVA y del 30% en los aranceles.

Nuestro estudio se basa en la estimación de un sistema de demanda de bienes diferenciados basado en un modelo de elección discreta con utilidad aleatoria. El modelo estimado se usa para evaluar el efecto separado de los cambios en la tasa de cambio, en la estructura tributaria y en el ingreso. Específicamente, simulamos la demanda por cada vehículo disponible usando trayectorias contrafactuales de la tasa de cambio, del ingreso y del IVA.

Para estimar la demanda usamos el modelo de Berry, Lenvinsohn, y Pakes (1995), que llamaremos en adelante BLP y que es el método estándar de estimación de demanda de bienes diferenciados durables. En el modelo, los hogares colombianos deciden cada año si compran un carro nuevo o no. La decisión que toma cada hogar depende de la utilidad que le genera comprar un determinado bien respecto a la que le genera no comprar o comprar cualquier otro bien. La estimación del modelo se basa en métodos numéricos cuyas propiedades de eficiencia y precisión han sido estudiadas en detalle (vea Dubé, Fox y Su (2012)).

Entre los estudios previos de la demanda de vehículos en Colombia vale citar a León (2008), Restrepo (2010) y Tovar (2012). León (2008) realiza un análisis descriptivo para evaluar el efecto de una unificación de la tarifa de IVA. Restrepo (2010) y Tovar (2012) estiman modelos estructurales

que se pueden usar para simular equilibrios contrafactuales. A diferencia nuestra, estos autores utilizan un modelo logit anidado para estimar la demanda, suponiendo un orden jerarquizado de elección. En este esquema, que puede ser un poco arbitrario, cada hogar primero decide si comprar o no, luego elige una característica del producto y condicional en ésta decide otras características más específicas, de tal forma que los resultados, en alguna medida, dependen de dicho orden de elección.

En este documento buscamos evaluar el efecto de la reforma tributaria, la tasa de cambio y los ingresos, en las ventas de vehículos. Un fenómeno empírico sustancial que se observa después de 2006 es que las ventas totales aumentan y aumenta la participación de las ventas de los carros de cilindraje mayor a 1400 c.c. Este cambio coincide con una reforma tributaria que, entre otras, igualó las tarifas para carros de diferente cilindraje, las cuales eran más altas para los carros de mayor cilindraje antes de 2006.¹ Adicionalmente, durante el periodo de estudio se observa un crecimiento robusto de la actividad económica y una apreciación progresiva de la tasa de cambio. Nuestros resultados implican que el efecto de la reforma tributaria y de la apreciación de la tasa de cambio en las ventas agregadas fue pequeño, pero no despreciable en la composición de las ventas. Y el cambio en el ingreso tuvo un efecto notorio en las ventas totales, pero independiente a través de las diferentes categorías de vehículos.

Este documento consta de seis secciones, siendo la primera ésta introducción. La segunda es una revisión bibliográfica sobre estudios empíricos de la demanda de vehículos. En la tercera, hacemos una descripción del mercado automotor colombiano. En la cuarta sección explicamos el modelo y el algoritmo de estimación. En la quinta, presentamos los resultados y en la última sección exponemos las conclusiones.

2. Estudios empíricos de la demanda de vehículos

En general, la literatura empírica sobre la demanda de vehículos se basa en modelos de elección discreta en los que se supone que la función de utilidad del individuo es probabilística. Estos modelos incorporan la idea de que los individuos escogen comprar un bien entre los muchos disponibles o no compran.² El estudio empírico de la demanda de vehículos basado en modelos de

¹Históricamente, los vehículos en Colombia han sido gravados dependiendo del cilindraje, el lugar de origen y su valor FOB. Para mayor información véase la sección 3.

²Este tipo de modelos tiene la ventaja de permitir considerar casos en los que las elecciones de los individuos no parecen ser completas y transitivas, sin que esto implique suponer individuos no racionales. Las elecciones de los individuos aparentemente no óptimas es debido a los factores que afectan las decisiones del individuo que no son observados por el econométrista, y a que los consumidores no siempre cuentan con información completa en el momento de tomar decisiones. Por lo anterior, se utilizan modelos donde la función de utilidad

elección discreta se remite a Bresnahan (1981) quien estudia la fijación de precios en el mercado de automóviles de Estados Unidos entre 1977 y 1978 usando un modelo con diferenciación vertical entre vehículos de acuerdo con la calidad, la cual es una proxy de las especificaciones técnicas (e.g. la longitud, el peso, el cilindraje). En Feenstra y Levinsohn (1995) se extiende la aplicación de Bresnahan a un escenario donde los productos se diferencian en un espacio de n características del producto.

La literatura más reciente ha estado dominada por modelos donde además de haber productos diferenciados, los consumidores tienen distintas preferencias por cada característica del producto y la percepción de productos de alta y baja calidad no es única entre los consumidores. Una forma usual de estimar estos últimos modelos es la propuesta por BLP, basada en una función de utilidad con coeficientes aleatorios y errores con distribución de valor extremo tipo I que generan probabilidades de elección similares a un modelo logit. En su versión estándar, estos modelos se estiman con información de precios y ventas a nivel de cada producto y no requiere de microdatos.

3

El marco básico de análisis de BLP se puede extender dependiendo de la disponibilidad y el grado de detalle de la información disponible como en Nevo (2001), Petrin (2002), Goolsbee y Petrin (2004) y Berry, Levinsohn y Pakes (2004). Por ejemplo, el artículo de Petrin (2002) es una aplicación de BLP al mercado de automóviles con información adicional sobre las características de los consumidores de acuerdo a encuestas de gastos. En Berry et al. (2004), se estima un modelo de demanda de automóviles basado en microdatos que contienen las características y las decisiones de una muestra grande de consumidores. También se han hecho aplicaciones a otros mercados, por ejemplo, Nevo (2001) y Goolsbee y Petrin (2004) que estudian la demanda de cereales y de TV respectivamente.

Para el caso colombiano, León (2008) estudia los efectos de la unificación del IVA pagado por los vehículos nuevos usando diferentes escenarios de elasticidades precios de la demanda por segmento, las cuáles le permiten identificar los efectos en el recaudo, dado cambios en el tributo, en cada uno de los escenarios propuestos. Restrepo (2010) evalúa el impacto del acuerdo comercial del G3 con

depende de un componente aleatorio que recoge los gustos de los consumidores que no son observados por el econométrista. El origen de estos modelos se remite a Luce (1961), Thurstone (1927), Tversky (1972) y McFadden (1978). La principal diferencia entre este tipo de modelos es la distribución que se le impone a la parte de las decisiones de los individuos que no son observadas por el econométrista y que implican diferentes metodologías de estimación.

³Una alternativa a BLP es el uso de modelos logit anidados como en Goldberg (1995). Para emplear un logit anidado se requiere definir un orden de decisión y subconjuntos de características, de tal forma que los individuos escogen entre distintos segmentos del mercado y, condicional en cada segmento, escogen subsegmentos, etc. De acuerdo con Grigolon y Verboven (2011) la conveniencia de uno u otro método depende de los datos y del objetivo de la investigación.

Venezuela y México en el mercado automotriz colombiano, usando un modelo logit anidado. Y Tovar (2012) evalúa el efecto de la liberalización comercial de la industria automotriz colombiana ocurrida durante 1991. Para esto, también estima una función de demanda con un modelo logit.⁴

3. El mercado de vehículos en Colombia

3.1. Datos

La información usada en este documento son las ventas de minoristas, los precios y algunas características a nivel de cada modelo de carro nuevo y los ingresos de los hogares colombianos entre 2001 y 2011. Usamos solo información correspondiente a los carros comprados por los hogares colombianos, es decir los automóviles y camionetas (sin incluir camiones, doble troques, tractores, buses, taxi, etc, cuyo uso es primordialmente comercial).

Las ventas al detal de vehículos nuevos y sus características son obtenidas de la base de datos construida por la empresa consultora Econometría S.A. que contiene las ventas mensuales de vehículos, el segmento, la marca, la familia (ej. Aveo, Picanto, etc.) y el país de donde es importado el carro. A pesar de la disponibilidad de datos mensuales, en este caso se trabajo con datos anuales para evitar problemas de estacionalidades. La información del cilindraje y los precios de los carros se obtuvo de los archivos históricos de la Revista Motor.⁵ Con esta información construimos un panel (no balanceado) con 5367 observaciones de ventas anuales de 490 modelos en promedio durante cada uno de los 11 años.⁶

Al considerar el cilindraje, establecimos dos categorías de acuerdo al trato diferenciado que se daba a los vehículos en el pago del IVA, los de cilindraje menor o igual a 1400 c.c. y los de cilindraje mayor que 1400 c.c. Dado que la información usada fue construida a partir de distintas fuentes y considerando que hay modelos de carros cuyas ventas son muy cercanas a cero, para tener datos más representativos las estimaciones las realizamos sólo con la información correspondiente a los modelos con mayores ventas y que suman 95 % de las ventas anuales. Dentro del 5 % excluído están los vehículos cuyas ventas anuales son muy pequeñas.⁷

⁴Tovar (2012) reconoce las ventajas del método usado por BLP y menciona que no lo usa por la limitación en la disponibilidad de sus datos.

⁵Para los casos en los que la información de la revista Motor no fue suficiente para determinar el cilindraje del vehículo, utilizamos información de los clasificados de venta de vehículos usados para saber el cilindraje de los modelos para los cuales no teníamos esta variable, pues independiente de si el carro es nuevo o usado, el cilindraje es el mismo.

⁶El panel es desbalanceado porque los modelos de carros están entrando y saliendo del mercado durante todos los años de estudio.

⁷Vale la pena tener en cuenta que en la implementación original de BLP también se excluyeron los carros cuya participación en el mercado era muy pequeña.

Los precios utilizados se obtuvieron emparejando la información histórica disponible en la Revista Motor y los datos suministrados por Econometría S.A. La frecuencia de esta revista es quincenal, por eso, se escogió la publicación de la misma en el mes de marzo o el más cercano que tuviera información sobre el vehículo que se estaba observando.⁸ Las estimaciones las hicimos usando los precios constantes a 2001, deflactados con el Índice de Precio al Consumidor (IPC).

En las estimaciones usamos una variable instrumental para el precio. Esta es la tasa de cambio real bilateral de Colombia y el país de origen del vehículo en cuestión con base en las series de tasa de cambio nominal y los índices de precios al consumidor disponibles en el Banco Mundial. Para el caso de Chile y de Venezuela los índices de precios fueron obtenidos en la Comisión Económica para América Latina (CEPAL). La tasa de cambio real bilateral es un buen instrumento para el precio final porque recoge covariaciones a nivel de país y de año que están correlacionadas con los precios de los vehículos vendidos en Colombia. Esta correlación se explica porque todos los carros vendidos en Colombia, o al menos sus componentes principales, son importados.

Adicionalmente, usamos datos sobre la distribución del ingreso entre los hogares colombianos de la Encuesta Continua de Hogares (ECH) hasta el segundo trimestre de 2006 y la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) para los siguientes años. Esta es una encuesta representativa que es realizada por el DANE. En esta se indaga sobre el nivel educativo, las condiciones de vivienda, los ingresos, los gastos y la situación laboral de los principales miembros del hogar. Usamos específicamente la información correspondiente al número de hogares colombianos, que suponemos es el número potencial de consumidores en el mercado, y el ingreso de cada uno de estos hogares para obtener una distribución empírica del ingreso.

Es importante aclarar que dicha encuesta ha cambiado su metodología en los últimos años, de ahí que el indicador de ingresos utilizado en este documento sea solo una proxy que no incluye todos los ingresos reportados por los hogares en cada año. Los ingresos utilizados corresponden a la suma mensual de los ingresos laborales de los miembros de cada hogar y la suma mensual de los ingresos correspondientes a otra actividad económica, negocio o ingresos provenientes de fincas o cosechas. El ingreso laboral nos da una medida de los ingresos de los asalariados y los otros ingresos una medida de la ganancia de los independientes. Sin embargo, es importante tener en cuenta que dado el cambio en la metodología de la encuesta, los niveles de ingresos pueden no ser comparables entre años. Pese a esto, en nuestro modelo nos importa es la distribución del ingreso, y esperamos que la distribución de estos en la encuesta dentro de cada año si sea comparable y

⁸El mes de marzo fue escogido porque es el mes más lejano de septiembre, mes en el que en general empiezan a salir los nuevos modelos de vehículos.

sea una buena aproximación de la distribución real de los ingresos de los hogares colombianos.

3.2. La reforma tributaria

En la Ley 488 de 1998 se establece que el IVA de los vehículos nuevos vendidos en Colombia se cobra de acuerdo a cuatro características: el tipo de vehículo, el cilindraje, el origen y el valor FOB. Los camperos y automóviles de menos de 1400 c.c. de ensamble nacional o andino y los camperos cuyo valor FOB era 30000 USD pagaban 20 %. La tarifa del 45 % se aplicó a los automóviles con valor FOB superior o igual a 40000 USD. El resto de vehículos pagan un IVA del 35 %.

En el año 2002, se puso en marcha una reforma tributaria donde el IVA de los vehículos importados pasó a ser independiente de su origen. La reforma tributaria fue oficializada por la Ley 788 de 2002. De acuerdo con esta, el IVA de los automóviles con valor FOB superior o igual a 40000 USD pasó progresivamente del 45 % al 25 %. Igualmente, ocurrió con el IVA de los vehículos importados con cilindraje menor a 1400 c.c. que paso de ser 35 % (en el caso de los importados) y 20 % (en el caso de los nacionales o andinos) a ser 25 %. Los demás vehículos pagaban una tarifa de 35 %.

Posteriormente, la reforma tributaria del 2006 (Ley 1111 de 2006) contempló tres tratamientos diferentes. Los vehículos con valor FOB mayor o igual a 30000 USD pagan un impuesto de 35 %, los automóviles y los camperos con valor FOB menor a 30000 USD pagan 25 % y 20 %, respectivamente.

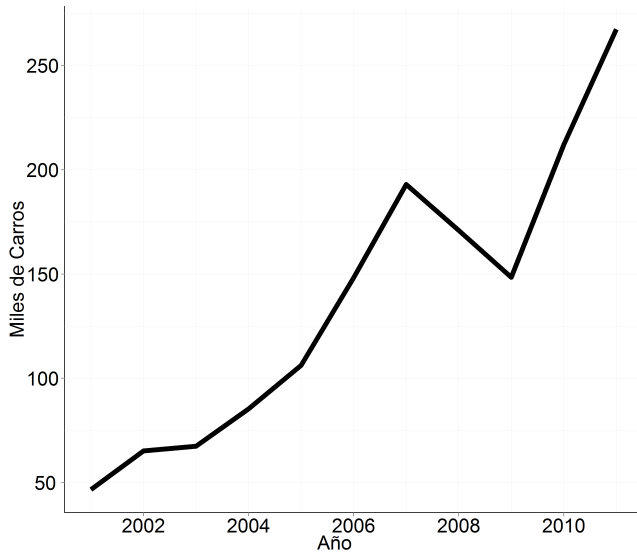
3.3. Análisis Descriptivo

Como se menciona en la sección 3.2, el IVA pagado por los vehículos en Colombia depende del valor FOB y de algunas características de los carros. Estos atributos son el segmento, el cilindraje y el origen. En esta sección, se hará una breve descripción de la composición de las ventas y de los precios de los vehículos de acuerdo con dichas características.

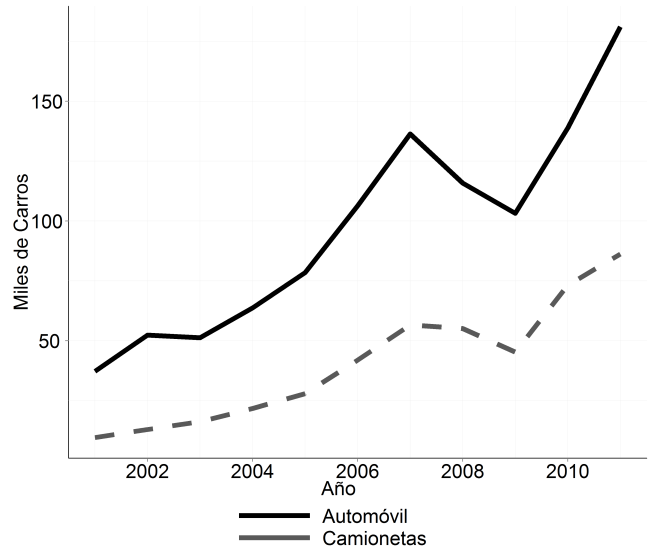
En la figura 1a mostramos las ventas anuales de vehículos en Colombia. Como se puede ver, el mercado de vehículos registró un crecimiento en ventas anuales entre 2001 y 2011 de alrededor del 400 %. Excepto por la caída en el número de las unidades vendidas entre 2008 y 2009 (crisis financiera internacional) la tendencia en la venta de vehículos es positiva durante los años de estudio.

Si segmentamos el mercado de acuerdo al tipo de carro, i.e. los automóviles y las camionetas, vemos en la figura 1b que el comportamiento de las ventas de ambos segmentos ha sido similar

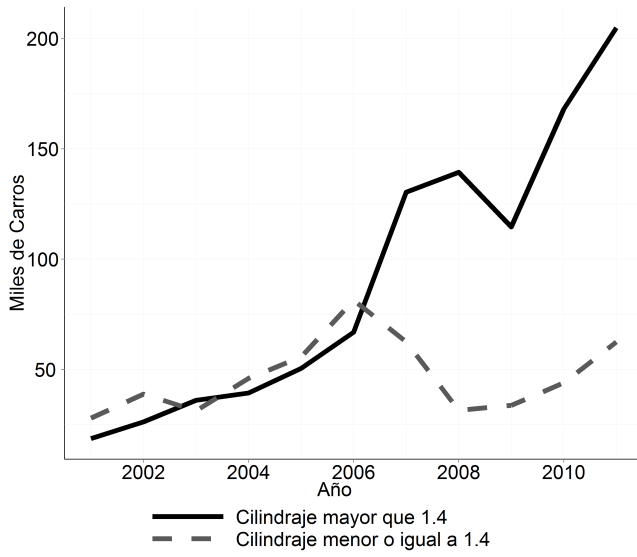
Figura 1: Ventas de vehículos nuevos al Detal



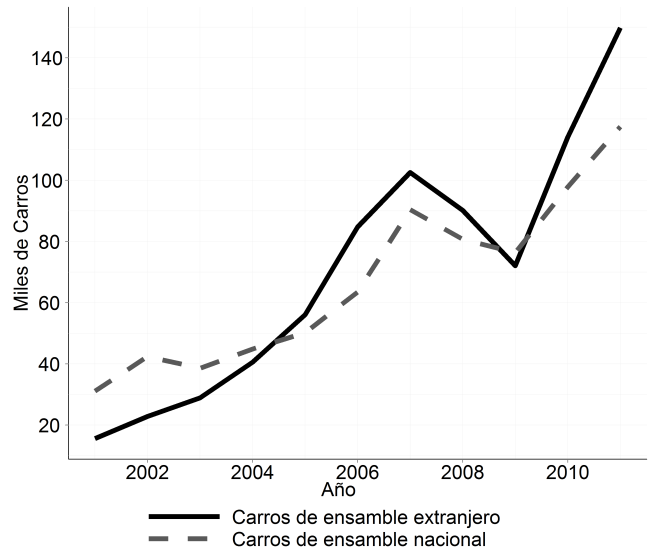
(a) Total



(b) Por tipo



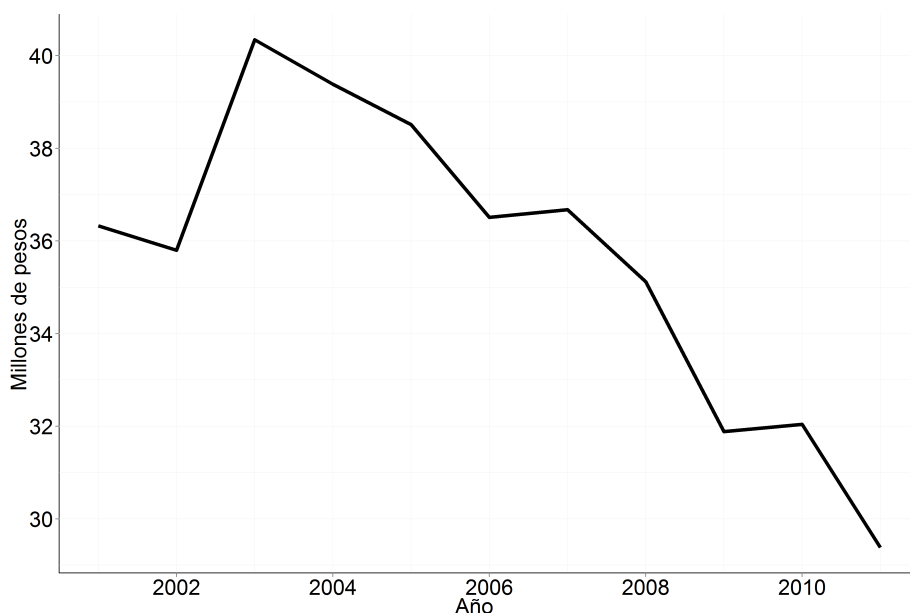
(c) Por cilindraje



(d) Por origen

FUENTE: Econometría S.A.

Figura 2: Precio Promedio Ponderado por Cantidades



FUENTE: Econometría S.A.

aunque la venta de automóviles ha sido persistentemente mayor.

Por otro lado, si segmentamos el mercado de acuerdo al cilindraje de los vehículos, la figura 1c muestra que la venta de carros independiente del cilindraje fue muy parecida hasta el 2006, pero a partir de este año los carros que más se vendieron fueron los de cilindraje mayor a 1400 c.c. Este cambio coincide con la reforma tributaria de 2006 donde se dejó de dar un trato diferencial a los vehículos con cilindraje menor o igual a 1400 c.c. De ahí el interés por evaluar el efecto de la reforma tributaria de 2006.

En la figura 1d mostramos además el comportamiento de las ventas de los vehículos que fueron ensamblados en el país y los que no. En esa figura vemos que si bien la tendencia de ambas series ha sido creciente, la cantidad de vehículos de ensamble nacional fue mayor entre 2001 y 2004, y en el 2009. El resto de años ha sido menor que la cantidad de carros de ensamble extranjero que se han vendido.

Del lado de los precios, en la figura 2, mostramos el precio promedio ponderado por las cantidades vendidas en cada año, el cual ha caído persistentemente desde el 2003. La caída del precio promedio entre 2001 y 2011 es de poco más de 15 millones. Para obtener una medida más precisa de las variaciones de los precios de los carros, computamos los precios condicional en las características de los carros vendidos, para ello, realizamos estimaciones de precios hedónicos, basadas

en la ecuación (1).

$$P_{jt} = \theta_0 + \theta_1 \mathbf{X}_{jt} + \theta_t + \epsilon_{jt}, \quad (1)$$

donde P_{jt} es el precio del producto j en el año t , θ_0 es una constante, \mathbf{X}_{jt} es una matriz de características observadas del producto (entre estas se incluye el segmento, el país de origen y la marca del vehículo), θ_t es un efecto fijo de año y ϵ_{jt} son las características no observada por el econometrista. Los coeficientes de interés en esta ecuación son los efectos fijos de tiempo, pues estos reflejan los precios promedio anuales condicionales en las características del producto.

La ecuación (1) fue evaluada para cuatro casos. El primero considera todos los datos. En el segundo, hacemos dos estimaciones, una para los vehículos con cilindraje menor o igual a 1400 c.c. y otra para los de cilindraje mayor a 1400 c.c. En el tercero, también realizamos dos estimaciones, pero en este caso los datos se dividen entre vehículos de ensamble nacional y extranjero. En el último caso, la distinción que hacemos es entre automóviles y camionetas. Las figuras 3a a 3d muestran los coeficientes asociados al efecto fijo de año de cada una de las estimaciones mencionadas y el intervalo de confianza de estos estimadores a un nivel de significancia del 5%.

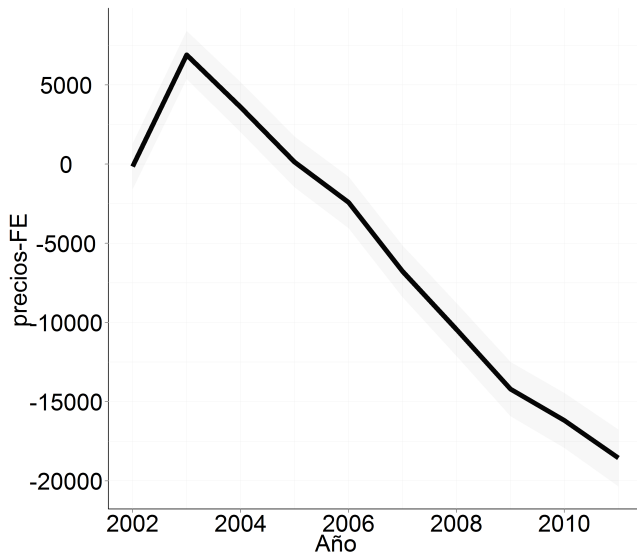
En la figura 3a mostramos los efectos fijos que se obtienen de usar toda la muestra con respecto al año 2001. Estos efectos fijos se pueden interpretar como el precio promedio de un carro similar al carro promedio que se vendía en el 2001. Como se puede ver, la caída del precio promedio es de alrededor de 20 millones, que es una caída superior a la caída de precio promedio incondicional que mostramos en el gráfico anterior.

En la figura 3b, observamos que el precio tanto de los carros con menor cilindraje como los de mayor cilindraje ha disminuido. Sin embargo, los cambios y fluctuaciones han sido mayores para los vehículos con cilindraje mayor a 1400 c.c. De hecho, en esta figura observamos que el cambio de los precios de los carros de menor cilindraje es estadísticamente cercano a cero.

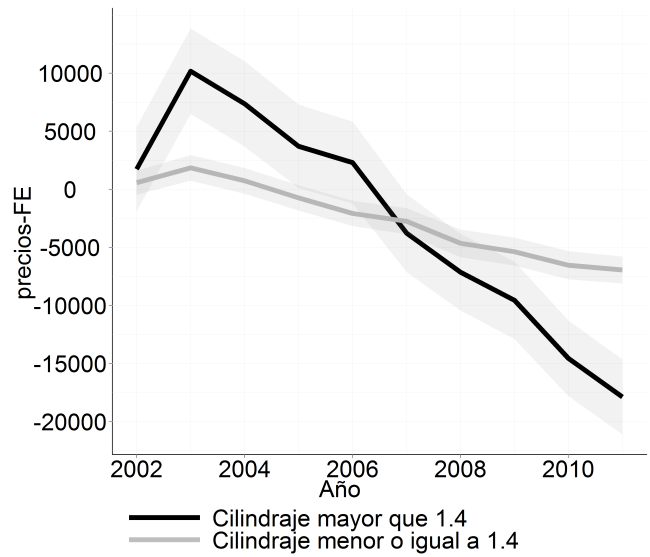
Algo similar ocurre con la diferencia entre los precios de los vehículos ensamblados en Colombia y los de ensamble extranjero (ver figura 3c). La variación de los precios de los carros ensamblados en el extranjero ha tenido un cambio cercano a cero, mientras que la de los de ensamble nacional tienden a presentar una mayor caída de los precios. En cuanto al comportamiento de los precios por segmento (ver figura 3d), lo que es claro es que a partir de 2004, el precio de las camionetas ha disminuido estadísticamente más que el de los automóviles.

En resumen, estas figuras permiten ver que, por un lado, las ventas agregadas de vehículos crecieron durante el periodo de análisis y que su composición ha cambiado un poco después del

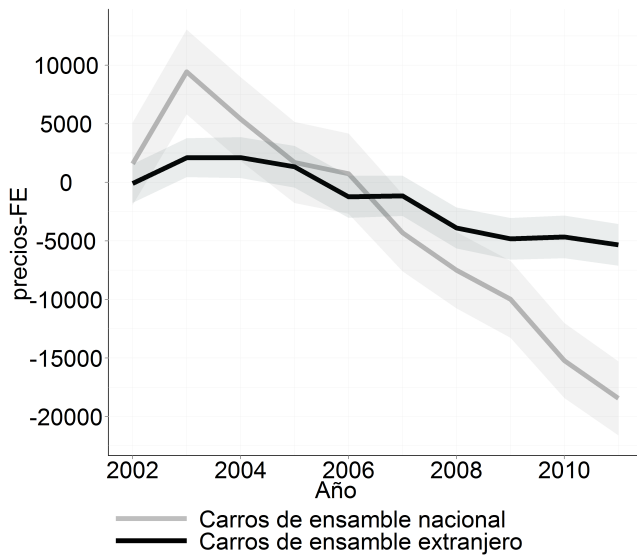
Figura 3: Efecto fijo de año respecto a 2001



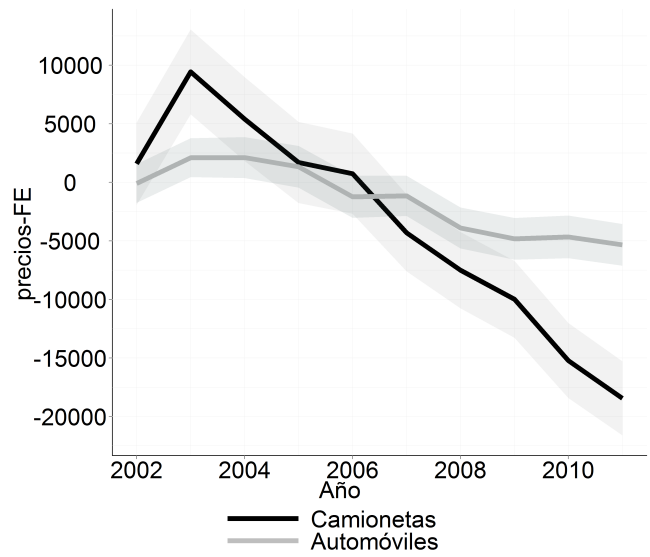
(a) Total



(b) Por cilindraje



(c) Por origen



(d) Por tipo

FUENTE: Econometría S.A.

Tabla 1: Otras variables de interés

Año	Ingresos (Millones COP)^a	TRM	Part. (%) Impo.	Crecimiento (%) Modelos
2001	9.16	2299.77	13.8358	
2002	9.41	2507.96	14.8877	1.7650
2003	8.98	2877.50	14.4998	-0.7191
2004	9.61	2626.22	13.8921	0.5539
2005	10.20	2320.77	14.1272	1.9915
2006	10.84	2357.98	15.3314	1.3710
2007	9.79	2078.35	16.3226	4.5492
2008	9.45	1966.26	14.0775	1.9600
2009	9.02	2156.29	17.3724	-0.9227
2010	9.87	1897.89	15.6405	4.0745
2011	9.83	1848.17	18.5863	3.6913

FUENTE: Encuesta de Hogares y Banco de la República.

a: Promedio de los ingresos laborales anuales, año base 2001.

2006; y por otro que los precios han caído sustancialmente entre 2003 y 2011, sobre todo el precio de los carros más grandes.

En la tabla 1, mostramos otras variables de interés para el presente documento, estas son: el promedio del ingreso de la muestra utilizada, el tipo de cambio nominal, la participación de los vehículos en el total de las importaciones y, la tasa de crecimiento año a año de la entrada de nuevos modelos de carros.

Los ingresos que usamos corresponden a los de 1000 individuos diferentes cada año. El escenario ideal corresponde a utilizar en las estimaciones todas las observaciones posibles de individuos, sin embargo, considerando el tiempo que puede demorarse el computo del algoritmo de estimación decidimos usar una submuestra de 1000 individuos, que aunque no comprende la cantidad total de los ingresos, si genera una distribución similar a la de todos los ingresos disponibles. En promedio, estos ingresos crecieron hasta 2006, en el 2007 caen comparado con el año inmediatamente anterior, y luego la tendencia varía poco. El ingreso promedio de los hogares fue 9.6 millones de pesos durante el periodo de análisis. Sin embargo, debemos tener en cuenta que la tendencia observada en esta variable durante los años de estudio se puede deber al cambio de metodología que describimos anteriormente. No obstante, esta variable la usamos como un indicador de la distribución del ingreso de los hogares dentro de cada año, así que su nivel no debería afectar nuestras estimaciones.

El tipo de cambio nominal muestra la revaluación del peso colombiano entre 2003 y 2011. Esta tendencia decreciente coincide con la caída de los precios de los carros. En las figuras de los precios hedónicos observamos como los precios en promedio y comparado con el año 2001 crecieron hasta el 2003 pero de ahí en adelante han caído. Así que el tipo de cambio parece un buen indicador de los precios de los carros vendidos en Colombia. Esto puede ser explicado por la dependencia del sector automotor colombiano de las importaciones, pues aunque en Colombia se ensamblan carros, los componentes principales para su ensamble son importados. De hecho, en la columna 4 de la tabla 1, observamos la participación del sector automotor en las importaciones totales. Comparando la participación en el 2001 con la de 2011 observamos que ésta se ha incrementado alrededor de 5 puntos porcentuales. En promedio, la participación durante el periodo de estudio fue de 15%. Aunque en este documento no estamos considerando todo el sector automotor, esto nos permite hacernos una idea de la importancia del sector en el comercio exterior colombiano.

Finalmente, otra característica importante de este mercado es que aunque en principio los vehículos son para un mismo uso, existen muchos componentes diferenciadores. Cada característica diferente entre un carro y otro lleva a que estos se clasifiquen en diferentes modelos. En la columna 5 de la tabla 1 mostramos el crecimiento año a año del número de modelos ofrecidos en Colombia durante el periodo de análisis. En promedio, el crecimiento ha sido de 1.8%, el pico superior fue entre 2006 y 2007 y el inferior entre 2008 y 2009.

4. El modelo

El modelo usado en este documento es el desarrollado por BLP.⁹ La idea es estimar la función de demanda y oferta del mercado de vehículos con la información disponible de ventas y características del producto. La función de demanda se estima a partir de la agregación de las decisiones individuales que surgen de un problema de maximización de utilidad individual. La oferta a partir de un problema oligopolístico donde se supone que las firmas maximizan beneficios escogiendo precios. En las siguientes subsecciones describiremos el modelo y el algoritmo de estimación, por simplicidad en todas las ecuaciones se omite el subíndice t , que indica que toda la información utilizada es anual.

⁹Si el lector ya conoce el modelo puede pasar a leer la sección 4.3.

4.1. El lado de la demanda

Suponga un consumidor i cuya función de utilidad depende de un vector de características individuales (ς), de los precios (p_j), de las características observadas (x_j) y no observadas (ξ_j) del producto j , y de un vector de parámetros θ :

$$U_{ij}(\varsigma_i, p_j, x_j, \xi_j; \theta) \quad (2)$$

Cada consumidor i , condicional en que compra un vehículo, elige el carro j cuando la utilidad de comprarlo es mayor que la utilidad de comprar cualquier otro vehículo k (consumidores con diferentes ς toma decisiones diferentes).

$$U_{ij}(\varsigma_i, p_j, x_j, \xi_j; \theta) \geq U_{ik}(\varsigma_i, p_k, x_k, \xi_k; \theta) \forall j \neq k \in \mathcal{J} \quad (3)$$

De tal forma que hay un grupo de compradores potenciales y solo un subconjunto de ellos compra carro. Dicho subconjunto esta conformado por los individuos cuya utilidad de comprar j es mayor que la de no comprar.

Siendo así, la función de demanda agregada se deriva al integrar la función de decisión (ecuación 3) respecto a la distribución poblacional de ς . ς puede seguir una distribución conocida o una distribución empírica que depende de las características de los individuos. Se puede probar que existe un conjunto de elecciones, A_j , que corresponde a todos los valores de ς tales que inducen al consumidor a comprar el bien j .

$$A_j = \{\varsigma : U_{ij} \geq U_{ik} \forall j \neq k\} \quad (4)$$

La participación en el mercado del producto j corresponderá entonces a las decisiones agregadas de los individuos. Asumiendo que los individuos siempre prefieren estrictamente un bien respecto a otro, y dado que $P_o(d\varsigma)$ es la densidad de ς en la población, s_j , la participación en el mercado del bien j como función de los $J + 1$ bienes compitiendo en el mercado está dada por (5), donde $J + 1$ corresponde a todos los j carros más la opción de no comprar. A partir de la participación en el mercado del bien j , y asumiendo que M es el tamaño total del mercado, la demanda del bien j será $M s_j(p_j, x_j, \xi_j; \theta)$.

$$s_j(p, x, \xi, ; \theta) = \int_{\varsigma \in A_j} P_o(d\varsigma) \quad (5)$$

De forma más específica suponga un modelo de coeficientes aleatorios donde permitimos que los individuos se diferencien porque tienen disposiciones a pagar diferentes y además porque tienen

preferencias diferentes por una característica (x_{j1}). En ese caso, la función de utilidad del individuo i por comprar el producto j está dada por la ecuación 6.

$$U_{ij}(y_i, \varsigma_i, p_j, x_j, \xi_j; \theta) = \gamma y_i + x_j \bar{\beta} + \alpha p_j + \xi_j + \sigma_1 x_{1r} \nu_{i1} + \epsilon_{ij} \quad (6)$$

Donde y_i es el ingreso del individuo i , p_j son los precios del producto, x_j las características observadas, ξ_j las características no observadas, x_{j1} es una variable dummy que toma el valor de 1 si el cilindraje del vehículo es mayor a 1400 c.c. y cero en caso contrario, $\varsigma_i = (\nu_i, \epsilon_i) = (\nu_{i1}, \dots, \nu_{ir}, \epsilon_{i0}, \dots, \epsilon_{iJ})$ es un vector de variables aleatorias con media cero que proviene de una función de distribución conocida. La utilidad marginal del individuo respecto al cilindraje del producto será $(\bar{\beta} + \sigma_1 \nu_{i1})$, la cual varía entre los consumidores, pero no entre productos.

Separando las características de la utilidad, es decir, los individuos y productos de los componentes idiosincráticos, tendremos que la utilidad del individuo i al consumir el bien j puede reescribirse como

$$U_{ij}(y_i, \varsigma_{ij}, p_j, x_j, \xi_j; \theta) = \gamma y_i + \delta_j + \mu_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (7)$$

es decir, la utilidad del individuo i al comprar el bien j dependerá del ingreso y_i , de la utilidad media,

$$\delta_j = x_j \beta + \alpha p_j + \xi_j \quad (8)$$

de una desviación de la media,

$$\mu_{ij} = \sigma_1 x_{j1} \nu_{i1} \quad (9)$$

y del término de error idiosincrático, ϵ_{ij} .

Dado que μ_{ij} depende de la interacción entre las preferencias del consumidor y las características del producto, los consumidores que prefieran una determinada característica sobre las demás, tendrán mayor utilidad cuando compren el vehículo que tiene dicha característica. Por ejemplo, los consumidores quienes prefieren los vehículos pequeños, tendrán mayor utilidad cuando compren un vehículo pequeño, y esto permitirá que el grado de sustitución entre los diferentes vehículos pequeños disponibles en el mercado sea mayor. En este caso, entonces, la probabilidad de que el individuo i compre el producto j estará dada por:

$$f_j(\nu_i, \delta, p, x, \theta) = \frac{e^{\delta_j + \mu(x_j, p_j, \nu_i, \theta_2)}}{1 + \sum_{j=1}^J e^{\delta_j + \mu(x_j, p_j, \nu_i, \theta_2)}} \quad (10)$$

Considerando que $P_o(d\nu, dy)$ es la densidad de ν y del ingreso, y asumiendo que son independientes, la participación en el mercado del producto j condicional solamente en las características del producto es

$$s_j(p, x, \xi, \theta, P_0) = \int f_j(\nu_i, \delta(x, p, \xi), p, x, \theta) P_o(d\nu, dy) \quad (11)$$

El problema es que no existe una solución analítica para (11). Una posible solución, propuesta por Pakes (1986) es resolver el problema vía simulación. La idea es combinar las participaciones del mercado observadas, con la función de participaciones del mercado predichas para resolver δ en función de los parámetros θ :

$$\delta' = \underbrace{\delta + \ln(s_j) - \ln[s_j(p, x, \delta, P_{ns}; \theta)]}_{\delta'} \quad (12)$$

en BLP muestran que este es un “contraction mapping”, el cual tiene una única solución. Esto implica que δ se puede resolver recursivamente. Primero se evalúa el lado derecho de la ecuación (12) para cualquier δ , con este se obtiene un nuevo δ' , y se repite este proceso hasta que la distancia entre δ' y δ se acerque suficientemente a cero. A partir del δ' podemos estimar $\delta_j = \alpha p_j + \beta x_j + \xi_j$ vía variables instrumentales y obtener los parámetros de interés por el lado de la demanda.

4.2. El problema de las firmas

Del lado de la oferta se supone que existen \mathcal{F} firmas en el mercado, donde cada una produce un subconjunto \mathcal{F}_f de productos j . Por simplicidad, y siguiendo a BLP, se supone que el costo marginal de producir los bienes disponibles en el mercado no depende de los niveles de producción, sino que depende linealmente de las características del producto. El costo marginal (cm) del producto j se puede escribir como

$$cm_j = w_j \eta + \omega_j \quad (13)$$

donde η es el vector de parámetros que será estimado, w_j son las características observadas del producto y ω_j son las características no observadas del producto.

Considerando que la cantidad demanda del producto j está dada por $M s_j(p, x, \xi; \theta)$ entonces la función de beneficios de la firma f es:

$$\Pi_f = \sum_{j \in \mathcal{F}_f} (p_j - cm_j) M s_j(p, x, \xi; \theta) \quad (14)$$

Suponiendo que este es un oligopolio multi-producto y que las firmas compiten en precios, entonces la j -ésima condición de primer orden que maximiza la función de ganancias de la firma es:

$$s_j(p, x, \xi; \theta) + \sum_{j \in \mathcal{F}} (p_k - cm_k) \frac{\partial s_k(p, x, \xi; \theta)}{\partial P_j} = 0 \quad (15)$$

de tal forma que si se define una matriz Ω_{jk} de J por J :

$$\Omega_{jk} = \begin{cases} -\frac{\partial s_k}{\partial P_j} & \text{si } k \text{ y } j \text{ son producidos por la misma firma} \\ 0 & \text{En otros casos} \end{cases} \quad (16)$$

la condición de primer orden se puede expresar matricialmente de la siguiente manera:

$$\bar{s}(p, x, \xi; \theta) - \Omega(p, x, \xi; \theta)[\bar{p} - c\bar{m}] = 0 \quad (17)$$

Resolviendo para los precios en función de los costos y del margen de ganancias se tiene:

$$\bar{p} = c\bar{m} + \Omega^{-1}(p, x, \xi; \theta)\bar{s}(p, x, \xi; \theta) \quad (18)$$

así que es posible definir el margen de ganancias $b(p, x, \xi; \theta)$ en función de los parámetros del sistema de demanda y del vector de precios de equilibrio del mercado.

$$b(p, x, \xi; \theta) = \Omega^{-1}(p, x, \xi; \theta)\bar{s}(p, x, \xi; \theta) \quad (19)$$

A partir de la condición de (17) y (19), podemos sustituir los costos marginales en (13) para obtener la ecuación de precios que será estimada.

$$\bar{p} - b(p, x, \xi; \theta) = w_j\eta + \omega_j \quad (20)$$

4.3. Algoritmo de estimación

A partir del modelo económico descrito en las subsecciones anteriores se definieron tres escenarios. La diferencia entre cada uno de ellos son los supuestos realizados respecto a los consumidores.

Para todos los casos suponemos que los individuos se diferencian unos de otros por un choque aleatorio que asumimos es i.i.d. valor extremo tipo I. En el primer caso, los consumidores se diferencian porque suponemos una distribución del ingreso a partir de los datos disponibles en la encuesta de hogares. Para esto, escogemos una muestra aleatoria de mil consumidores. De tal forma que si Y_i representa el ingreso del individuo i , la utilidad asociada al individuo que compra un carro se puede expresar como en la siguiente ecuación:

$$U_{ij} = \delta_j + \gamma Y_i + \epsilon_{ij} \quad (21)$$

En el segundo caso, asumimos que los individuos se diferencian porque tienen preferencias distintas respecto a cada una de las características del producto. Para esto, suponemos un escenario donde hay mil individuos cuya preferencia por las características se encuentran descritas por la interacción entre los atributos del producto y un choque aleatorio que suponemos normal estándar.

Esto hace referencia a lo que llamamos la desviación de la media (ecuación (9)). Por simplicidad, y dado el objeto de estudio de este documento se decidió interactuar solamente una característica, esta es el cilindraje de los vehículos. La utilidad del individuo de comprar un carro en este caso se presenta en la siguiente ecuación:

$$U_{ij} = \delta_j + \mu_{ij} + \epsilon_{ij} \quad (22)$$

En el último escenario, que es el más completo, se incorporan todos los anteriores supuestos. Los individuos se diferencian por un choque aleatorio i.i.d. valor extremo tipo I y, las preferencias de los individuos por el cilindraje del vehículo y los ingresos de los consumidores son diferentes. La función de utilidad en este caso se puede ver en la siguiente ecuación:

$$U_{ij} = \delta_j + \mu_{ij} + \gamma Y_i + \epsilon_{ij} \quad (23)$$

Las variables que utilizamos para caracterizar los gustos del individuo son el ingreso (Y_i) y un vector de variables aleatorias (ν_{i1}) que determina la desviación de la utilidad media de los individuos. Para el ingreso hicimos un muestreo aleatorio simple con reemplazo de 1000 de los hogares reportados en la ECH y la GEIH. Y ν_{i1} es una variable aleatoria que proviene de una distribución normal estándar y que está definida como un choque aleatorio que cambia a través de los mil consumidores y de las características de los productos.

Para todas las estimaciones realizadas se consideraron como características del producto si él era o no ensamblado en Colombia, el país de origen, el cilindraje, el tipo de vehículo (camioneta o automóvil) y el precio. La variable dependiente son las participaciones de mercado de cada modelo en cada año. Dado que los precios y las participaciones en el mercado son decisiones que se establecen simultáneamente, podemos hablar de que existe un problema de endogeneidad, así que utilizamos la tasa de cambio real bilateral como variable instrumento para el precio.

Si bien el econometrista no conoce ξ_j , las firmas y los consumidores sí lo hacen. Esto genera un problema de endogeneidad similar al que observamos en el análisis de demanda y oferta con bienes homogéneos y consumidores representativos (Greene, 2012a). En este mercado, ξ_j puede representar características como el prestigio, la reputación, aspectos del estilo, pasadas experiencias, entre otras. Aunque no conocemos estas variables, ellas afectan los precios. No incluirlas genera un problema de endogeneidad porque el precio y la utilidad media (δ) dependen de esas características no observadas. Es decir, estas dos variables se están determinando simultáneamente.

Los precios y el tipo de cambio real bilateral están correlacionados porque todos los carros vendidos en Colombia son importados, la diferencia entre unos y otros es si son o no ensamblados en nuestro país, de tal forma que es razonable pensar en la tasa de cambio real como instrumento

del precio siempre que esta sea exógena.

La tasa de cambio real bilateral será exógena siempre que no se determine simultáneamente con las cantidades demandadas en el mercado. De tal forma que por un lado vamos a asumir que los efectos agregados anuales son absorbidos por efectos fijos de año, así que estamos usando es la covariación de la tasa de cambio a nivel de países así que la tasa de cambio no estará correlacionada con el precio del petróleo y por ende no será endógena. Y por otro lado, asumimos que Colombia es un país pequeño y que tiene un efecto muy pequeño en el mercado mundial, es decir, mayores ventas de vehículos en Colombia no tiene efectos significativos en los precios extranjeros, de tal forma que esta variable por este lado también es exógena.

Dado lo anterior podemos afirmar que la tasa de cambio es un buen instrumento del precio. Pues es una variable que no se determina endogenamente en el modelo y que explica bien los precios. Además de usar el tipo de cambio real bilateral y de incluir efectos fijos de tiempo, incluimos efectos fijos por modelo, lo que nos permite también recoger parte de la heterogeneidad no observada que pueda estar incrementando el problema de endogeneidad.

A partir del modelo económico y considerando la disponibilidad de información, utilizamos un método numérico para estimar los parámetros a través del método generalizados de momentos. El método numérico utilizado es el propuesto por Appel, Labarre y Radulovic (2003) el cuál consiste en una búsqueda aleatoria acelerada de los parámetros de interés teniendo como función objetivo la condición de ortogonalidad entre las variables observadas y no observadas.

5. Resultados

En esta sección presentamos los resultados de los parámetros estimados. Asumiendo que estos en promedio corresponden a los parámetros estructurales, mostraremos un análisis contrafactual. Nuestros resultados sugieren que las ventas se vieron determinadas principalmente por el ingreso. El efecto de la tasa de cambio en las ventas fue mayor que el de la reforma tributaria, que fue casi nulo, pero no más grande que el del ingreso.

5.1. Resultados de las estimaciones

En la tabla 2 mostramos los coeficientes estimados asociados a la utilidad del individuo en cada uno de los tres modelos. En la columna 2 (Con Ingreso) están los resultados del modelo en el que los hogares tienen ingreso diferente, sin embargo, los gustos por cada característica del producto no difieren, en la 3 (CA-Sin Ingreso) está el modelo de coeficientes aleatorios sin ingreso y en la 4

Tabla 2: Parámetros Estimados

	Con Ingreso	CA-Sin Ingreso	CA-Con Ingreso
Precio	-0.0627435 (0.01352)	-0.0641697 (0.01369)	-0.0815707 (0.01580)
Ingreso	1.16537 (0.01638)		6.21569 (0.01305)
σ		3.46599 (0.00001)	4.31613 (0.00271)

FUENTE: Cálculos propios

Errores Estándar entre paréntesis

(CA-Con Ingreso) el modelo de coeficientes aleatorios incluyendo el ingreso. Prestaremos especial atención a este último caso donde estamos asumiendo que los individuos tienen ingreso diferente y además gustos distintos por el cilindraje del carro.

Los coeficientes de interés son significativos al 1%.¹⁰ Los signos del precio, el ingreso y el coeficiente aleatorio son los esperados. El coeficiente asociado al precio muestra cuánto disminuye la utilidad media cuando se incrementa el precio de los vehículos. El del ingreso se puede interpretar como el incremento en la utilidad del individuo cuando aumenta su ingreso. El estimador asociado a σ es la magnitud de la desviación de la utilidad media dado el cilindraje del vehículo, así que este coeficiente es la diferencia en el aumento de la utilidad cuando el vehículo es de cilindraje alto versus cuando el carro es de cilindraje bajo.¹¹ Lo que indica que los individuos, dejando lo demás constante tienen una marcada preferencia por los vehículos con cilindraje mayor a 1400 c.c.

Considerando que las utilidades son ordinales, queremos ser más precisos y computamos la elasticidad precio de la demanda durante cada año de acuerdo a cada modelo. Estos resultados los presentamos en la tabla 3. Cuando consideramos el modelo sin ingreso (Columna 3) la elasticidad precio de la demanda en valor absoluto es mayor que 1, lo que significa que la demanda es elástica al precio, e indica que pequeños cambios en los precios van acompañados de cambios grandes en las cantidades vendidas. Pero una vez consideramos el ingreso (columnas 2 y 4), la elasticidad precio de la demanda es menor que 1, es decir, grandes cambios en los precios están asociados a

¹⁰El estimador de la matriz de varianzas y covarianzas de los parámetros que utilizamos está basado en la matriz de varianzas y covarianzas consistente propuesta por White (Para mayor información ver Greene (2012b)). Este estimador nos permite afirmar que los coeficientes estimados en los tres modelos son significativos. El método utilizado en este caso es el empleado usualmente cuando se hacen estimaciones con el método de momentos.

¹¹Recuerde que en este caso tenemos una variable dummy que toma el valor de 1 cuando el cilindraje del vehículo es mayor a 1400 c.c. y 0 en caso contrario

Tabla 3: Elasticidad Precio de la Demanda

Año	Con Ingreso	CA-Sin Ingreso	CA-Con Ingreso
2001	0.227	2.247	0.227
2002	0.174	2.208	0.139
2003	0.250	2.480	0.143
2004	0.359	2.418	0.398
2005	0.265	2.362	0.194
2006	0.154	2.225	0.149
2007	0.149	2.221	0.052
2008	0.274	2.112	0.279
2009	0.218	1.924	0.181
2010	0.159	1.925	0.103
2011	0.183	1.753	0.120
Todos los años	0.206	2.088	0.162

FUENTE: Cálculos propios

cambios “pequeños” en el número de unidades vendidas. Sin embargo, los cambios en los modelos con ingreso no son tan pequeños pues son de alrededor del 5 % y del 40 % dada una disminución del precio en 1 %. Así que en cualquiera de los tres modelos un cambio de precios genera un cambio considerable en el número de unidades vendidas. De todas formas, lo que parece, es que el ingreso tiene un efecto grande en la sensibilidad de la demanda al precio, pues una vez se incluye el ingreso, la elasticidad precio de la demanda es aproximadamente 10 veces menor que cuando no se incluye el ingreso.

Teniendo en cuenta que los consumidores pueden destinar su ingreso a la compra de vehículos u otros bienes se puede esperar que la elasticidad precio de la demanda de carros disminuya al incluir el ingreso en la estimación, pues el gasto que representa la compra de un carro en el ingreso del hogar es mayor que el que representa la compra de otros bienes. De tal forma que, al no incluir el ingreso, no estaríamos considerando el resto de bienes, ni alguna restricción presupuestaria. En estos casos la elasticidad precio estimada estaría sesgada hacia arriba como vimos antes.

En general, lo que podemos observar de estos resultados es que el coeficiente del precio es menos sesgado hacia cero en la medida que el modelo es más completo. Además si suponemos que este es un mercado con algún poder de fijación de precios, y dado el tipo de bienes que son los carros, las elasticidades más creíbles son las de los modelos con ingreso. Esas elasticidades reflejan un menor cambio en las cantidades demandadas cuando cambian los precios y la naturaleza de estos bienes,

pues los vehículos nuevos podemos considerarlos bienes de lujo o bienes durables dado su precio y la distribución de los ingresos en Colombia.

Los resultados de los estimadores son similares con los tres modelos, aunque esto conlleva a que las elasticidades precio encontradas puedan diferir bastante si se incluye o no el ingreso en las estimaciones. Considerando que el ingreso es significativo según nuestras estimaciones y las diferencias en las elasticidades precios cuando se incluye o no el ingreso, el análisis contrafactual lo realizaremos con el modelo más completo (CA-Con Ingreso).¹²

5.2. Escenarios contrafactuales

En esta sección evaluaremos tres escenarios contrafactuales: i) el comportamiento de las ventas que se habría observado si en 2006 no se hubiese dado la reforma tributaria, de tal forma que el IVA pagado por los vehículos se hubiera mantenido igual al de 2006, ii) el comportamiento de las ventas si el tipo de cambio se hubiera mantenido constante e igual a 2877,5 COP/USD, y iii) el cambio en las ventas si suponemos que el ingreso se mantuvo fijo e igual al de 2000 durante el periodo de análisis.¹³

5.2.1. Escenario Base

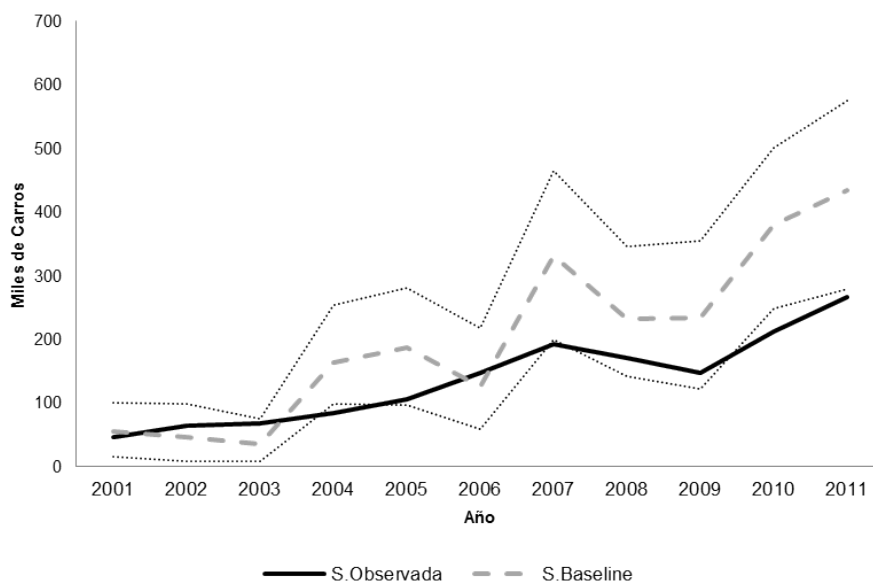
Partiendo de los coeficientes estimados y considerando que solo usamos una muestra aleatoria de hogares, construimos un escenario base para realizar las comparaciones contrafactuales. El escenario base corresponde al promedio de cien simulaciones de mil individuos.¹⁴ Este escenario nos permitirá definir si las predicciones del modelo coinciden con las participaciones observadas en el mercado.

¹²Cabe resaltar que el análisis contrafactual también lo realizamos con los modelos que no reportamos en la siguiente sección y los resultados gruesos son los mismos.

¹³El ingreso promedio muestral en 2001 fue de 8.5 millones de pesos.

¹⁴El número de simulaciones se definió considerando la capacidad del computador. Se hicieron ejercicios separados para más de cien simulaciones y los resultados gruesos son los mismos.

Figura 4: Ventas de carros: Escenario base



En otras palabras, el escenario base muestra, en promedio, lo que predice el modelo estimado. Para construirlo usaremos cien submuestras aleatorias con reemplazo de ingresos de 1000 individuos. Dados los parámetros estimados, computamos las participaciones que predice el modelo en cada una de las 100 submuestras. El promedio a través de submuestras, y para cada modelo, corresponderá a la participación predicha del modelo del vehículo observado.

Tabla 4: Ingresos anuales esperados

Año	Millones de pesos
2001	53.91
2002	54.24
2003	53.54
2004	48.18
2005	49.85
2006	52.89
2007	45.34
2008	47.11
2009	47.17
2010	45.56
2011	43.20

FUENTE: Cálculos propios

Encontramos que las participaciones predichas por el modelo estimado, con un intervalo de confianza del 90 %, coinciden con las participaciones observadas en casi todos los años de estudio (Ver figura 4). Los únicos cuatro años en los que no coincide es en 2004, 2007, 2010 y 2011. Cabe resaltar que las diferencias son pequeñas, y cuanto mayor es el número de submuestras utilizado, mejor es la aproximación.

Este ejercicio también nos permite computar los ingresos esperados condicionales en comprar carro, de cada uno de los individuos considerados en cada submuestra. Promediando dichos ingresos esperados, tendremos una medida del ingreso anual esperado de quienes deciden comprar carro en cada año. Dichos ingresos se pueden observar en la tabla 4.

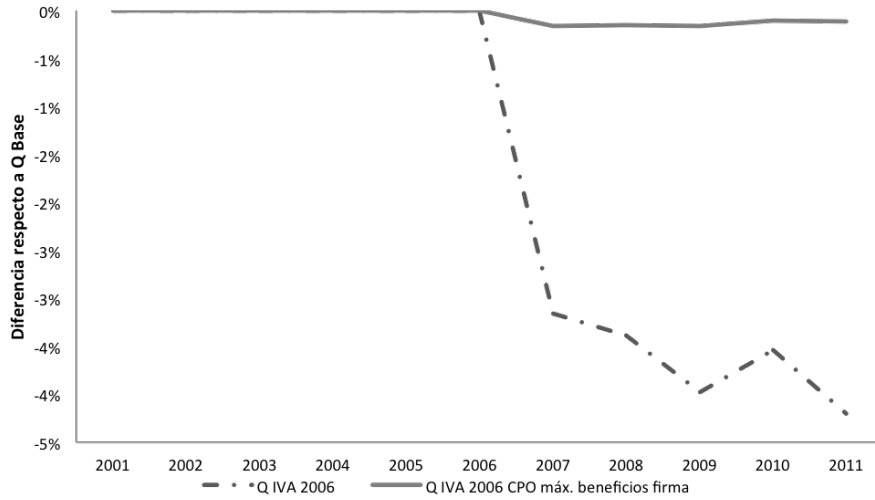
La tendencia y comportamiento de estos ingresos es similar a la del ingreso promedio de los hogares colombiano (Ver tabla 1). Sin embargo los niveles de ingreso de quienes compran están muy por encima del ingreso promedio nacional. Esto es consistente con la baja cantidad de unidades vendidas respecto al número total de hogares.

5.2.2. Precios contrafactuales

En el caso del IVA y la tasa de cambio estamos asumiendo cambios que pueden afectar el precio de los vehículos directamente. Asumiremos que los efectos de los cambios tributarios y cambiarios se ven reflejados directamente en el precio pagado por los consumidores. Una característica importante del modelo usado en este documento es que permite considerar los efectos estratégicos de las firmas. Por ejemplo, aunque el cambio en el IVA afecta directamente el precio de solo algunos vehículos, existen unos efectos competitivos que no debemos dejar de lado y que harán que una vez cambie el precio de un vehículo, los demás precios también se modifiquen. En la figura 5 podemos ver la diferencia porcentual en las ventas de carros si no se hubiera dado la reforma tributaria respecto a las cantidades predichas por el modelo base. En un caso consideramos que no existen efectos estratégicos (línea punteada) y en el otro vemos el caso donde si consideramos estos efectos (línea solida). Esto nos permite hacernos una idea de lo importante que es considerar dichos efectos, pues no considerarlos hará que sobrevaloremos o subvaloremos los efectos de los cambios en precios en cada ejercicio contrafactual.

Para considerar los efectos estratégicos debemos resolver el problema de optimización de las firmas. Para lo anterior tenemos que identificar cuál fue el arancel y la tarifa de IVA pagada por cada vehículo. En el caso del arancel, con la información disponible en el arancel de aduanas, las notas aclaratorias de los acuerdos comerciales puestos en vigencia en el periodo de análisis y el

Figura 5: Efectos Estratégicos



lugar de origen del vehículo es suficiente. Pero para el caso del IVA es necesario conocer el valor FOB de los carros, que es una variable que no tenemos, pero que podemos recuperar si le creemos al modelo. Por lo tanto, supondremos que el costo marginal es igual al valor FOB más el arancel ($CM_j = FOB_j(1 + \tau_j^*)$), asumiendo que los costos marginales predichos por el modelo son los que realmente se observan en el mercado $cm_j = CM_j$, tendremos que el valor FOB estará dado por la ecuación (24).¹⁵ Así que a partir de esta información y de la de las características del vehículo es posible identificar su IVA.

$$F\hat{O}B_j = \frac{p - b(p, x, \hat{\xi}; \hat{\theta})}{1 + \tau_j^*} \quad (24)$$

Si consideramos que los precios observados tienen IVA, al resolver las condiciones de primer orden del problema de optimización de la firma y encontrar la ecuación de precios, realmente estamos obteniendo

$$(p - b(p, x, \xi; \theta)) * (1 + \tau_j) = w_j \eta + \omega_j \quad (25)$$

donde τ_j es el IVA pagado por el vehículo j .¹⁶

Para recuperar el valor FOB, evaluamos las posibles tarifas de IVA de cada vehículo y, a partir de esto, verificamos cuál valor FOB coincide con la tarifa aplicada. En la mayoría de los casos, fue

¹⁵Lo que se llama valor FOB en este documento es una aproximación a lo que se conoce como *Free On Board*

¹⁶Considere que en este caso la función de beneficios de la firma está dada por:

$$\Pi_f = \sum_{j \in \mathcal{F}_f} (p_j(1 + t_j) - cm_j) Ms_j(p, x, \xi; \theta),$$

donde t_j es el IVA de los carros.

posible identificar la tarifa de IVA asociada a cada vehículo, sin embargo, en otros no lo fue. Para tratar estos casos, suponemos que la tarifa que se aplica en caso de ambigüedad es la más alta.¹⁷

Una vez encontramos el valor FOB en pesos, lo convertimos a dólares con la tasa representativa del mercado de cada año. Partiendo de este valor en dólares, computamos los escenarios contrafactuales cambiando la variable de interés para recuperar los precios contrafactuales a partir de la condición de primer orden del problema de optimización de las firmas.

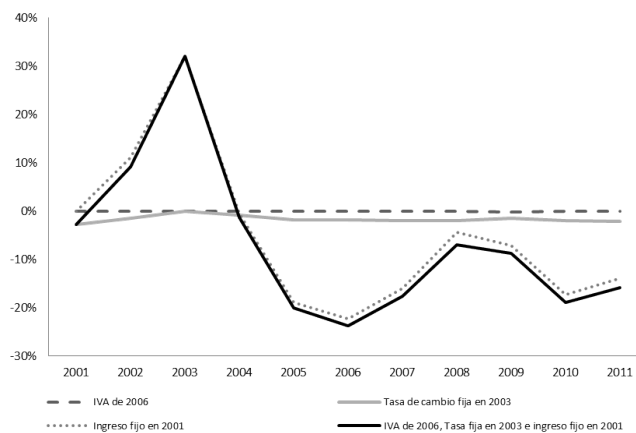
Para resolver la ecuación de precios se requiere conocer $b(P, x, \xi; \theta)$, donde P es cualquier vector de precios (para este caso suponemos que son los observados), sabiendo esto, para resolver los precios debemos utilizar un algoritmo de punto fijo (ecuación 26). Dada esta ecuación de precios, los parámetros estimados y el valor FOB en dólares, cambiamos el IVA y la tasa de cambio para encontrar los precios y las ventas que se habían observado en cada escenario.

$$P' = \frac{cm(s_{iniciales}, FOB, \dots)}{1 + \tau_j} + b(P, x, \hat{\xi}; \hat{\theta}) \quad (26)$$

5.2.3. Resultados de los contrafactuales

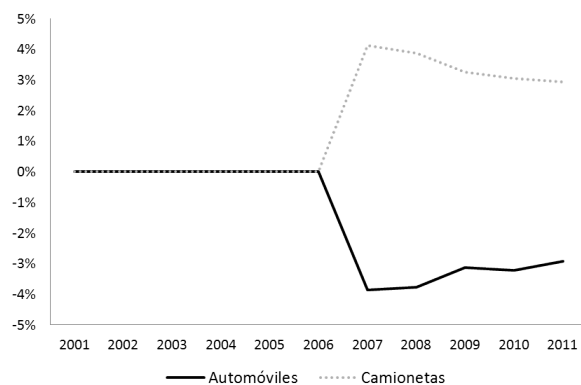
Para presentar los resultados contrafactuales mostramos el cambio porcentual del escenarios contrafactual respecto al escenario base. Dichos escenarios se construyeron considerando los efectos competitivos entre firmas. Como mencionamos antes, evaluaremos tres escenarios. El primero corresponde al cambio en el IVA, el segundo a modificaciones en la tasa de cambio y el tercero a cambios en el ingreso. En la figura 6 podemos encontrar los resultados agregados de dichos cambios.

Figura 6: Ventas totales

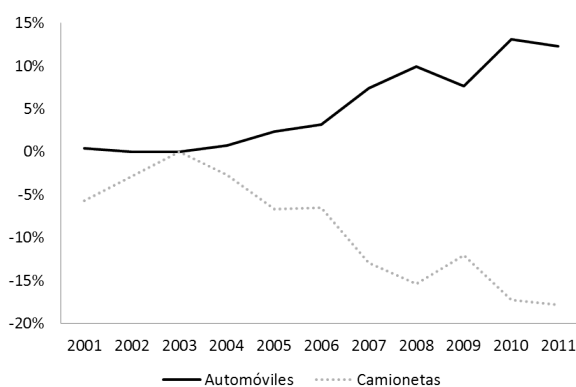


¹⁷Los resultados que se presentarán a continuación fueron evaluados también para el caso en que se asumía que en caso de ambigüedad la tarifa que se aplicaba era la más baja, y encontramos que estos cambiaban muy poco.

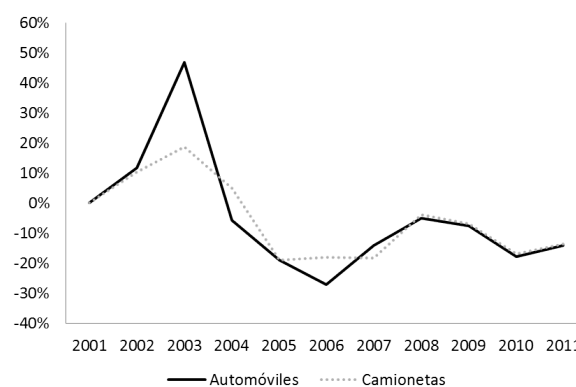
Figura 7: Por tipo



(a) IVA 2006



(b) Tasa de cambio fija en 2003



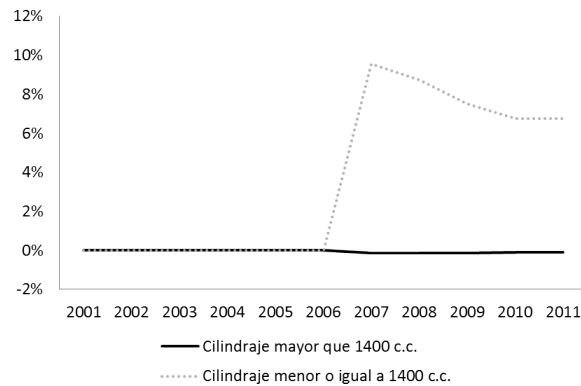
(c) Ingreso fijo en 2003

El resultado más grueso de este análisis lo mostramos en la figura 6. De acuerdo con el modelo los cambios en las ventas se ven ampliamente afectados por el ingreso de los individuos. El efecto del IVA en las ventas es casi nulo, y aunque el de la tasa de cambio es mayor que el del IVA, dicho efecto sigue siendo pequeño comparado con el efecto del ingreso. Además, si computamos un escenarios donde modificamos el IVA, la tasa de cambio y el ingreso simultáneamente, vemos que el comportamiento del crecimiento de las ventas pareciera estar determinado principalmente por los cambios en el ingreso.

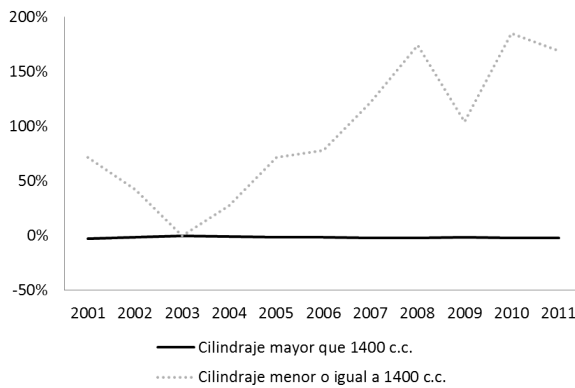
Además de los resultados agregados, nuestro análisis contrafactual nos permite ver los efectos en la composición de las ventas. En este caso evaluamos los efectos en la composición de acuerdo al tipo, el cilindraje y el lugar de ensamble del vehículo.

En la figura 7 mostramos el efecto en la composición de las ventas por tipo de vehículo en cada uno de los tres escenarios contrafactuales. El escenario contrafactual de la reforma tributaria supone un aumento en precios de algunos carros (tanto camionetas como automóviles), sin embargo, en

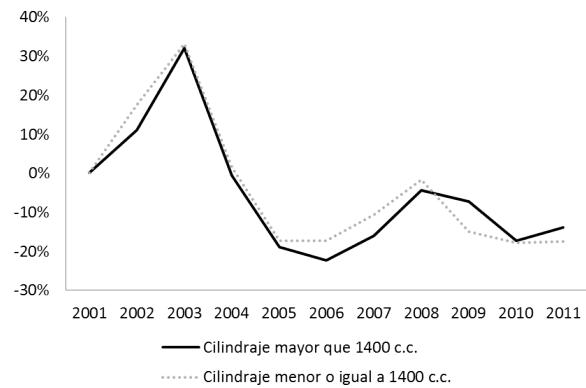
Figura 8: Por Cilindraje



(a) IVA 2006



(b) Tasa de cambio fija en 2003

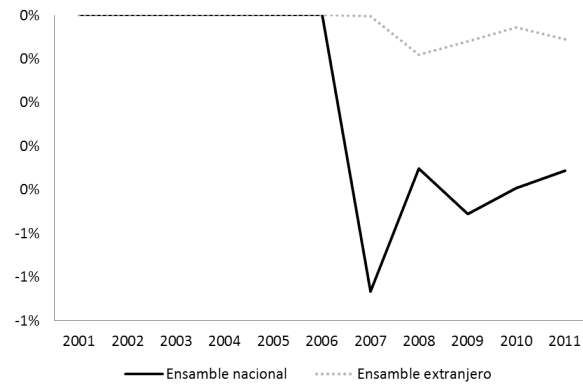


(c) Ingreso fijo en 2003

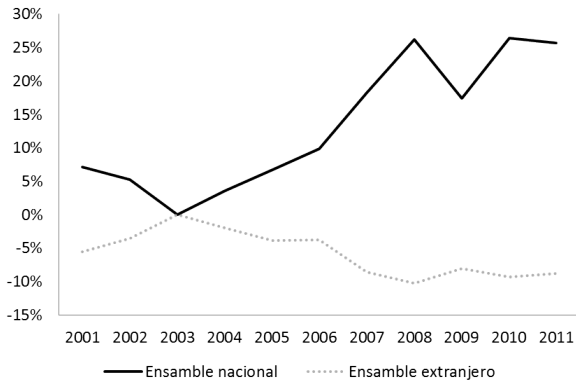
los datos observados, la venta de camionetas afectadas por el cambio en el IVA es despreciable y por lo tanto pareciera que pesa más la caída en precios relativos debido al aumento en precios de algunos automóviles. Pues efectivamente lo que vemos es que si el IVA se hubiera mantenido como antes de 2006, las ventas de automóviles habrían sido menores a las observadas y las de camionetas mayores. Fijar la tasa de cambio igual a la de 2003, corresponde a subir los precios, y dado esto encontramos que las ventas de los automóviles habría sido mayor, mientras que la de las camionetas menores, en términos relativos, este escenario nos permite ver que el incremento del precio de todos los carros hace que las personas compren los carros que son relativamente más baratos (y no es raro pensar que en promedio los automóviles pueden ser más baratos que las camionetas). Por el lado del ingreso vemos que el cambio en las ventas es relativamente parecido independientemente del tipo de vehículo.

Al observar la composición de las ventas de acuerdo con el cilindraje (ver figura 8) encontramos que tanto en el escenario de la tasa de cambio como en el del IVA se habrían vendido más unidades

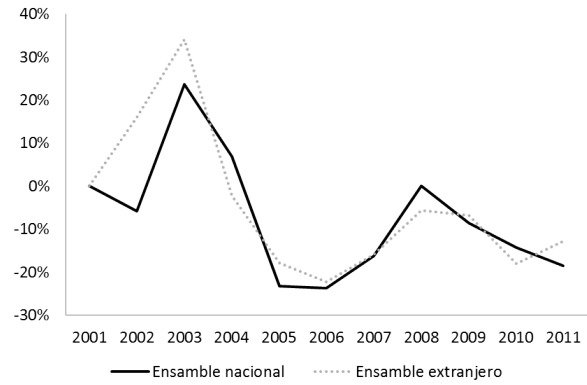
Figura 9: Por Ensamble



(a) IVA 2006



(b) Tasa de cambio fija en 2003



(c) Ingreso fijo en 2003

de vehículos con cilindraje mayor a 1400 c.c. En ambos casos los escenarios contrafactuales están asumiendo que el precio observado de estos vehículos habrían sido mayores a los observados; y aunque en principio el cambio en los precios de los vehículos de menor cilindraje puede ser mayor o igual a cero, al parecer dicho cambio les pega poco, pues el crecimiento respecto al escenario base es prácticamente nulo. Y nuevamente el efecto del ingreso es similar independiente del cilindraje del vehículo.

Ahora, desagregando las ventas entre carros ensamblados en Colombia y carros ensamblados fuera de Colombia (Figura 9), observamos nuevamente que el efecto del ingreso es igual independiente de donde es ensamblado el carro. En cuanto a la reforma tributaria, podemos ver que las cantidades de carros vendidas tanto de ensamblados en Colombia como de los ensamblados en el extranjero habría sido menor; sin embargo, este cambio es muy pequeño. Y cuando observamos el escenario de la tasa de cambio, encontramos que al ser la tasa de cambio mayor a la observada, la cantidad de carros de ensamble nacional que se habría vendido habría sido mayor contrario a lo que pasa con los vehículos de ensamble extranjero.

6. Conclusiones

En este documento presentamos las estimaciones de un modelo de demanda estático, dentro del cual consideramos tres diferentes variaciones del modelo propuesto por Berry et al. (1995). Estimamos tres modelos, dos de los cuáles incluían dentro de la función de utilidad del individuo el ingreso y el otro no lo consideraba. Pese a que en todos los modelos, los coeficientes de interés son significativos, para realizar los ejercicios contrafactuales usamos el modelo de coeficientes aleatorios que incluye el ingreso, pues el coeficiente del precio es menos sesgado hacia cero y porque las elasticidades precio que predice este modelo parecen razonables.

La principal diferencia entre los modelos con y sin ingreso está en la elasticidad precio de la demanda. Una explicación para esta diferencia es que la inclusión del ingreso en alguna medida es un reconocimiento de que existen otros bienes y que las familias tienen una restricción presupuestaria, y por lo tanto, un cambio en los precios no lleva a un cambio en las cantidades tan grande como lo predice el modelo sin ingreso. Esto especialmente por el peso que puede tener el precio de un vehículo en el ingreso de un hogar.

Una vez estimamos el modelo, a partir de estas estimaciones realizamos tres análisis contrafactuales. El primero correspondió a un cambio de IVA, el segundo a un incremento de la tasa de cambio y el tercero a fijar el ingreso de los hogares en el 2001. Después de computar estos

escenarios, encontramos que el efecto más grande en las ventas agregadas es generado por cambios en el ingreso, además estos se observan independiente de la composición de las ventas. En el caso de los otros dos escenarios contrafactuales observamos que el efecto en las ventas agregadas es pequeño y esto debido a que estos escenarios predicen una sustitución entre vehículos de diferentes categorías; así que en suma el efecto agregado casi que se anula.

Futuras extensiones de este documento deberían considerar la posibilidad de que los individuos quieran cambiar de carro o no; y/o reconocer que existe un gran mercado de usados. En otras palabras, futuras investigaciones pueden estar encaminadas a considerar este problema dinámico que permitirá que los estimadores de la demanda sean más precisos.

Referencias

Ley 1111 De 2006. Congreso de la República Colombia, Diario Oficial No. 46.494.

Ley 488 De 1998. Congreso de la República Colombia, Diario Oficial No. 43.460.

Ley 788 De 2002. Congreso de la República Colombia, Diario Oficial No. 45.046.

Appel, M., Labarre, L., y Radulovic, D. (2003). On accelerated random search. *Society for Industrial and Applied Mathematics*, 14(3):708–731.

Berry, S., Levinsohn, J., y Pakes, A. (1995). Automobile prices in market equilibrium. *Econometrica*, 63(4):841–890.

Berry, S., Levinsohn, J., y Pakes, A. (2004). Differentiated products demand systems from a combination of micro and macro data: The new car market. *Journal of Political Economy*, 112(2):68–105.

Bresnahan, T. F. (1981). Departures from marginal-cost pricing in the american automobile industry. *Econometrica*, 17(2):201–227.

Dubé, J., Fox, Y., y Su, C.-L. (2012). Improving the numerical performance of static and dynamic aggregate discrete choice random coefficients demand estimation. *Econometrica*, 80(5):2231–2267.

Feenstra, R. y Levinsohn, J. (1995). Estimating markups and market conduct with multidimensional product attributes. *The review of economic studies*, 62(1):19–52.

- Goldberg, K. (1995). Product differentiation and oligopoly in international markets: The case of the u.s. automobile industry. *Econometrica*, 63(4):891–951.
- Goolsbee, A. y Petrin, A. (2004). The consumer gains from direct broadcast satellites and the competition with cable tv. *Econometrica*, 72(2):351–381.
- Greene, W. (2012a). *Econometric Analysis*, chapter 10, pages 314–336. Prentice Hall, 7 edition.
- Greene, W. (2012b). *Econometric Analysis*, chapter 13, pages 468–507. Prentice Hall, 7 edition.
- Grigolon, L. y Verboven, F. (2011). Nested logit or random coefficients logit—a comparison of alternative discrete choice models of product differentiation. *Centre for Economic Policy Research-Working Paper*, CEPR Discussion Paper No. DP8584.
- León, N. (2008). Impacto de una tarifa de iva única para vehículos automotores. Technical report, Fedesarrollo.
- Luce, R. D. (1961). Individual choice behavior a theoretical analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 56(293):172–174.
- McFadden, D. (1978). *Behavioural Travel Modelling*, chapter 13, pages 279–318. Groom Helm London.
- Nevo, A. (2001). Measuring market power in the ready-to-eat cereal industry. *Econometrica*, 69(2):307–342.
- Pakes, A. (1986). Patents as options: Some estimates of the value of holding european patent stocks. *Econometrica*, 54:755–784.
- Petrin, A. (2002). Quantifying the benefits of new products: The case of the minivan. *Journal of Political Economy*, 110(4):705–729.
- Restrepo, M. (2010). Efectos de la cuota colombiana a la importación de automóviles desde méxico. *Coyuntura Económica*, 40(2):49–72.
- Thurstone, L. (1927). A law of comparative judgement. *Psychological Review*, 34:272–286.
- Tovar, J. (2012). Consumers’ welfare and trade liberalization: Evidence from the car industry in colombia. *World Development*, 40(4):808–820.
- Tversky, A. (1972). Elimination by aspects: A theory of choice. *Psychological Review*, 79(4):281–299.