

## 6. ESTIMACIÓN DE LAS ELASTICIDADES DE OFERTA Y DEMANDA DE IMPORTACIONES EN COLOMBIA\*

---

Juan José Echavarría Soto  
Iader Giraldo Salazar  
Fernando Jaramillo Mejía

### 1. INTRODUCCIÓN

La estimación correcta de las elasticidades de demanda y oferta de las importaciones cumple un papel fundamental en el análisis del comercio internacional y el diseño de las políticas públicas. El efecto de los aranceles y de las barreras no arancelarias sobre las cantidades importadas, la eficiencia económica y el bienestar dependen de dicha elasticidad (Anderson y Neary, 1996; Kee, Nicita y Olarreaga, 2009).

La Nueva Teoría del Comercio Internacional, fundamentada en los modelos de competencia monopolística, asocia tres tipos de ganancias al desarrollo del comercio internacional. Estas se identifican como las mejoras en el bienestar del consumidor generadas mediante tres canales, cada uno de los cuales está relacionado con la elasticidad de demanda de las importaciones: a) la mayor variedad de bienes disponibles; b) la mayor eficiencia en la producción resultante de economías de escala, y c) la reducción en el *markup* (margen de ganancia) de las firmas por la mayor competencia entre productores internos y extranjeros.

El valor del comercio internacional y la cantidad de variedades disponibles de productos en Colombia aumentaron en los últimos treinta años. Para calcular correctamente la mejora en el bienestar por la mayor variedad de productos importados, se requiere conocer la elasticidad de sustitución en la demanda entre las variedades disponibles. La estimación de esta elasticidad para cada bien permite deducir la elasticidad de su demanda de importaciones (Feenstra, 1994) y un estimativo correcto de su valor es esencial para calcular el *markup* de los productores locales (Edmond, Midrigan, y Xu, 2015).

\* Los autores agradecen especialmente las sugerencias y correcciones de Jorge García, gracias a quien el capítulo ganó en rigor científico y claridad. También, las sugerencias de Enrique Montes y Héctor Zárate.

Conocer ese valor es también esencial para estimar el arancel equivalente de las barreras no arancelarias, y el efecto de la protección sobre el bienestar económico (Kee, Nicita y Olarreaga, 2009).

El método de variables instrumentales (IV, por su sigla en inglés) constituye la forma clásica de estimar de manera simultánea la oferta y la demanda de importaciones. Para estimar la función de demanda (oferta) con este método se requiere encontrar para cada bien importado una variable que afecte su demanda (oferta), pero que no esté correlacionada con su oferta (demanda); una condición prácticamente imposible de cumplir para cada bien, más aún cuando el número de variedades de un bien cambia con los años. En este contexto, las estimaciones clásicas de los coeficientes de la oferta y de la demanda de importaciones son sesgadas. Un problema adicional que se presenta en estas estimaciones está relacionado con los errores en la medición de las cantidades importadas de cada variedad.

Los trabajos de Leamer (1981) y Feenstra (1994) abrieron la puerta para desarrollar métodos de estimación que permiten solucionar los problemas producidos por la entrada de nuevas variedades, la falta de variables instrumentales adecuadas y los errores en la medición de las cantidades importadas. Los tres trabajos más pertinentes en este campo de investigación son el de Feenstra (1994), Broda y Weinstein (2006) y Soderbery (2015).

En este capítulo se estiman las elasticidades de oferta y demanda de las importaciones en Colombia con la metodología desarrollada por Soderbery (2015), la cual permite solucionar los problemas mencionados y algunos adicionales generados por la existencia de muestras pequeñas. En efecto, Soderbery (2015) parte de los estimadores desarrollados por Feenstra (1994) y Broda y Weinstein (2006) e introduce algunas técnicas para solucionar los problemas relacionados con sesgos e ineficiencias de los estimadores que se presentan cuando las muestras son pequeñas, y los valores de los parámetros deben cumplir ciertas restricciones que se derivan de la teoría (*e. g.*: elasticidades de sustitución negativas).

Al igual que los autores citados, en nuestras estimaciones trabajamos con un panel de datos y adoptamos la especificación de Armington (1969), la cual supone que un bien importado tiene diferentes variedades, cada una de ellas producida en un país distinto. Igualmente, cada partida arancelaria de la nomenclatura común de los países miembros de la Comunidad Andina (Nandina) a diez dígitos constituye un bien importado y la variedad la determina su país de origen<sup>1</sup>.

Para cada variedad existen funciones de oferta y demanda que dependen de sus precios relativos y de choques exógenos no observables. Además, se supone la misma elasticidad de demanda (oferta) de importaciones para todas las variedades del mismo bien (Feenstra, 1994).

La mayoría de las estimaciones de las elasticidades precio de la demanda de importaciones en Colombia se derivan de funciones de demanda que utilizan información macroeconómica o desagregada en grandes sectores. De la función de demanda estimada se deducen los valores de la elasticidad precio. Musalem (1971), por ejemplo, exploró

<sup>1</sup> El vino es un ejemplo típico utilizado en esta literatura para mostrar la diferenciación de variedades. En efecto, el vino se entiende como un solo bien importado, mientras que su origen determina la variedad (*i. e.*: vino francés, chileno, etc.).

los determinantes de la elasticidad de demanda de importaciones para tres grandes sectores y el total de estas en el período 1950-1967. En Kahn (1974) se utilizan mínimos cuadrados en dos etapas para solucionar los problemas de simultaneidad entre la oferta y demanda de importaciones. García (1981 y 2006) estima la elasticidad de demanda de importaciones teniendo en cuenta el efecto de las restricciones cuantitativas al comercio internacional. Por su parte, Gómez (1982) y Villar (1985) replican el ejercicio realizado por Musalem (1971) en intervalos y frecuencias de tiempo diferentes, hallando elasticidades consistentes con este primer ejercicio. Hernández (1998) estima las elasticidades de sustitución entre bienes importados e internos para ocho sectores de las importaciones colombianas en el período 1971-1994. Finalmente, Zuccardi (2002) estima la elasticidad de la demanda total de importaciones en Colombia en el período 1982-2000, explotando las relaciones de largo plazo entre las importaciones reales, el precio relativo de las importaciones y el ingreso, mediante un análisis de cointegración. Estos estudios presentan varios problemas. En primer lugar, debido a que utilizan información agregada o sectorial, están sujetos a la crítica de Feenstra sobre las estimaciones que no toman en cuenta el cambio en las variedades de productos que entran al mercado y salen de él. En segundo lugar, no solucionan de manera adecuada los problemas de endogeneidad de las variables explicativas debido a la dificultad de encontrar buenos instrumentos.

En Kee, Nicita y Olarreaga (2009) se estiman elasticidades de demanda para un buen número de países con un grado de desagregación relativamente alto. Ellos utilizan el enfoque de Harrigan (1997) que considera las importaciones de cada bien como un insumo para generar el producto interno bruto (PIB). En un equilibrio con competencia perfecta, la producción, las exportaciones y las importaciones de cada país dependerán de su dotación de factores y de los precios relativos de los bienes. Con esta metodología y con un panel de datos tomado del International Trade Statistics de las Naciones Unidas (Comtrade), ellos estiman las elasticidades de demanda a un nivel de desagregación de seis dígitos del sistema armonizado (Harmonized System) para un buen número de países, entre los cuales se encuentra Colombia.

Aunque el trabajo de Kee, Nicita y Olarreaga (2009) representa un avance considerable con respecto a los anteriores, el nivel de desagregación para el que estiman las elasticidades de demanda es inferior al que se utiliza en Feenstra (1994), Broda y Weinstein (2006) y Soderbery (2015). Esto lo hace parcialmente vulnerable a la crítica de Feenstra. Además, sus estimaciones suponen competencia perfecta, mientras que las de Feenstra (1994) y Soderbery (2015) son compatibles con la existencia de competencia imperfecta en el comercio internacional.

El presente capítulo estima las elasticidades precio de la demanda y de la oferta de importaciones para Colombia al nivel de partida arancelaria a diez dígitos, el cual es prácticamente igual al nivel de producto. En nuestro trabajo se incorpora de manera rigurosa la entrada y salida de nuevas variedades, y se solucionan muchos de los problemas que estaban presentes en las estimaciones con datos agregados y sectoriales. Además, la metodología utilizada no depende de los supuestos sobre la existencia o no de competencia perfecta, lo cual será abordado en mayor detalle en la sección 2 y en el anexo 1 del presente capítulo. Esta es la primera vez que se hace un estudio tan desagregado en Colombia.

El presente capítulo está estructurado de la siguiente manera: la segunda sección presenta el modelo teórico de comercio internacional, así como la metodología de estimación de las elasticidades. La tercera describe los datos disponibles sobre las importaciones colombianas y sus principales características. La cuarta resume los resultados de la estimación de las elasticidades de oferta y demanda de importaciones y, finalmente, la quinta sección presenta las conclusiones. El anexo 1 presenta en detalle la metodología de estimación y el anexo 2 los resultados por clasificación industrial internacional uniforme (CIU).

## 2. ESTRATEGIA EMPÍRICA

Como se mencionó, este capítulo estima las elasticidades de oferta y demanda de importaciones a partir de los estimadores desarrollados por Soderbery (2015), quien se basa en los trabajos de Leamer (1981), Feenstra (1994), Broda y Weinstein (2006). Para explicar la metodología de Soderbery (2015), en esta sección se presentan los aportes y limitaciones de dichos trabajos, así como el refinamiento que este autor propone a dichas estimaciones. En el anexo 1 se detalla el modelo utilizado y se profundiza en los aspectos más formales para deducir las ecuaciones estimadas por dichos autores.

El punto central utilizado en las metodologías de Feenstra (1994), Broda y Weinstein (2006) y Soderbery (2015) es el hallazgo de Leamer (1981), el cual se basa en que, cuando no existen instrumentos para controlar los choques de oferta y demanda de un bien o una variedad, se puede utilizar la matriz de varianzas y covarianzas de las cantidades demandadas y de los precios para deducir una relación no lineal entre las elasticidades de oferta y de demanda. Esta relación tiene la forma de una hipérbola y su derivación se detalla en el anexo 1.

Feenstra (1994), Broda y Weinstein (2006) y Soderbery (2015) introducen varias modificaciones al modelo de Leamer (1981) para adaptarlo al contexto del comercio. En primer lugar, ellos evitan los sesgos relacionados con los errores de medición reescribiendo las funciones de oferta y demanda de importaciones en término de los precios y las proporciones importadas, las cuales se definen de la siguiente manera:

$$s_{vt} = \frac{p_{vt} m_{vt}}{\sum_{v \in I_t} p_{vt} m_{vt}},$$

donde el subíndice  $v$  representa la variedad y  $t$  el tiempo. La variable  $s$  denota las proporciones importadas de la variedad  $v$  en el período  $t$ ;  $p$  es el precio;  $m$  son las cantidades importadas, e  $I_t$  es el conjunto de variedades del bien disponible en el momento  $t$ .

En segundo lugar, ellos eliminan del sistema de ecuaciones todas las variables no observables específicas al tiempo y a la variedad que puedan sesgar las estimaciones. Para ello, se aplica el método de las primeras diferencias con respecto al tiempo a las ecuaciones de oferta y demanda de importaciones restando, para cada variedad, la observación correspondiente al período  $t - 1$ . Adicionalmente, se utilizan las primeras diferencias con

respecto a la variedad de referencia<sup>2</sup>  $k$ , restando a las ecuaciones de oferta y demanda transformadas la observación de la variedad  $k$ . En el anexo 1 se demuestra que estas transformaciones permiten reescribir las curvas de oferta y demanda de importaciones en términos de precios y proporciones importadas:

$$\tilde{s}_{vt} = -(\sigma - 1)\tilde{p}_{vt} + \tilde{\varepsilon}_{vt}, \sigma > 1 \quad (1)$$

$$\tilde{p}_{vt} = \left(\frac{\omega}{1 + \omega}\right)\tilde{s}_{vt} + \tilde{\varepsilon}_{vt}, \omega > 0 \quad (2)$$

donde

$$\begin{aligned} \tilde{s}_{vt} &\equiv \Delta \ln s_{vt} - \Delta \ln s_{kt}, \quad \tilde{p}_{vt} \equiv \Delta \ln p_{vt} - \Delta \ln p_{kt}, \\ \Delta \ln s_{vt} &\equiv \ln s_{vt} - \ln s_{v,t-1}, \quad \Delta \ln s_{vt} \equiv \ln s_{vt} - \ln s_{v,t-1}, \end{aligned}$$

$\tilde{\varepsilon}_{vt}$  y  $\tilde{\varepsilon}_{vt}$  son choques de demanda y oferta no observables. El parámetro  $\omega$  es el inverso de la elasticidad de oferta de importaciones y  $\sigma$  el valor absoluto de la elasticidad de demanda de importaciones. Se supone que las elasticidades son iguales para todas las variedades de un bien, lo cual es necesario para identificar el valor de los parámetros. Las curvas de demanda y oferta de importaciones solo tienen sentido económico si la elasticidad de oferta es positiva ( $1/\omega > 0$ ) y la de demanda negativa ( $-\sigma < 0$ ).

La ecuación (1) se deduce a partir de un modelo de importadores que maximizan una función de utilidad con elasticidad de sustitución constante (CES, por su sigla en inglés). En el anexo 1 se demuestra que el parámetro  $\sigma$  no solo representa el valor absoluto de la demanda de importaciones, sino también la elasticidad de sustitución entre variedades importadas ( $\sigma$ ). Así, cuando las diferentes variedades se pueden sustituir fácilmente, la elasticidad precio de la demanda de importaciones es muy grande. En el anexo se demuestra que la elasticidad de sustitución de importaciones tiene que ser mayor que 1 ( $\sigma > 1$ ) para que exista un equilibrio de precios.

Para deducir la oferta de importaciones se consideran dos escenarios extremos, uno de competencia monopolística y otro de competencia perfecta<sup>3</sup>. El primero corresponde al caso en el cual hay un solo productor independiente de cada variedad en cada país; y la competencia perfecta, cuando hay un número alto de productores de la misma variedad en un país. Cuando hay competencia perfecta los precios se igualan a los costos marginales, pero cuando existe competencia monopolística los precios son iguales al costo marginal, multiplicado por un margen de ganancia (*markup*). El margen de ganancia depende de la elasticidad de la demanda de importaciones, y el costo marginal depende de las cantidades ofrecidas de cada variedad.

A partir de un sistema de dos ecuaciones (1) y (2) se puede deducir la siguiente ecuación estimable:

<sup>2</sup> La variedad de referencia  $k$  debe estar presente en todos los períodos de la muestra y cada uno de los bienes.

<sup>3</sup> La vida real se encuentra entre estos dos casos extremos.

$$Y_{vt} = \theta_1 X_{1vt} + \theta_2 X_{2vt} + u_{vt}, \quad (3)$$

donde  $Y_{vt} = (\tilde{p}_{vt})^2$ ,  $X_{1vt} = (\tilde{s}_{vt})^2$ ,  $X_{2vt} = (\tilde{p}_{vt})(\tilde{m}_{vt})$ ,  $u_{vt} = \frac{\tilde{\varepsilon}_{vt} \tilde{\epsilon}_{vt}}{\sigma-1}$ . Los coeficientes  $\theta_1$  y  $\theta_2$  de la ecuación (3) son funciones no lineales de  $\sigma$  y  $\omega$  tal que:

$$\theta_1 = \frac{\omega}{(\sigma-1)(1+\omega)}, \quad (4a)$$

$$\theta_2 = \frac{\omega}{(1+\omega)} - \frac{1}{(\sigma-1)}. \quad (4b)$$

El promedio de la ecuación (3) es igual a

$$\bar{Y}_v = \theta_1 \bar{X}_{1v} + \theta_2 \bar{X}_{2v} + \bar{u}_v, \quad (3a)$$

donde  $\bar{Y}_v = var(\tilde{p}_{vt})$ ,  $\bar{X}_{1v} = var(\tilde{s}_{vt})$ ,  $\bar{X}_{2v} = cov(\tilde{p}_{vt}, \tilde{s}_{vt})$

La ecuación (3a) muestra que las varianzas y covarianzas de los precios y de las proporciones importadas de cada variedad permiten establecer una relación no lineal entre elasticidades de oferta y demanda de importaciones de cada variedad, la cual es equivalente a la hipérbola de Leamer (véase el anexo 1 para una demostración formal).

Dado el supuesto de que los errores son independientes, entonces el error promedio tiende a cero cuando la muestra es lo suficientemente grande,

$$plim(\bar{u}_v) = \lim_{T \rightarrow \infty} \left( \sum_{t=1}^T \frac{\tilde{\varepsilon}_{vt} \tilde{\epsilon}_{vt}}{\sigma-1} \right) / T = 0,$$

donde  $T$  es el número de períodos de la muestra.

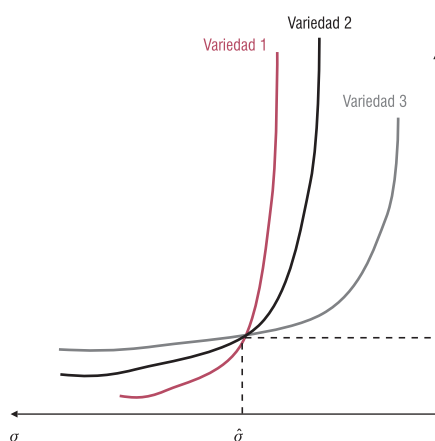
En la ecuación (3), la condición  $plim(\bar{u}_v) = 0$  implica que si el número de observaciones tiende a infinito todas las hipérbolas se cruzan en el mismo punto, el cual corresponde a las elasticidades estimadas (Gráfico 1, panel A). En muestras finitas las hipérbolas se cruzan en distintos puntos y por ello es que en Feenstra (1994), Broda y Weinstein (2006) y Soderbery (2015) las elasticidades estimadas son aquellas que minimizan el promedio ponderado de las distancias al cuadrado con respecto a dichas hipérbolas (Gráfico 1, panel B).

Para poder calcular las varianzas y covarianzas que permitan deducir las hipérbolas se requiere que cada una de las variedades se importe en dos años consecutivos. Por otro lado, los dos parámetros  $\sigma$  y  $\omega$  solo podrán identificarse a partir de la ecuación (3a) si existen al menos dos hipérbolas. Dado que las variables se construyeron a partir de la primera diferencia con respecto a una variedad de referencia  $k$ , para tener estas dos hipérbolas se necesitan al menos tres variedades. La base de datos utilizada para realizar las

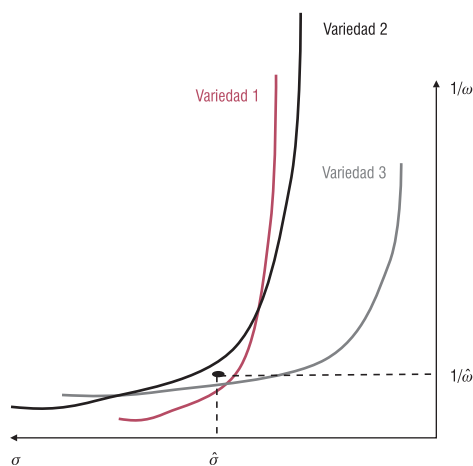
estimaciones debe cumplir con estas restricciones, si se quieren utilizar las metodologías de Feenstra (1994), Broda y Weinstein (2006) y Soderbery (2015).

### Gráfico 1 Hipérbolas de grandes y pequeñas muestras

#### A. Grandes muestras



#### B. Pequeñas muestras



Fuente: elaboración propia.

La diferencia en las metodologías de estos autores radica en los métodos econométricos utilizados para estimar el conjunto de hipérbolas, la forma en que utilizan las hipérbolas para deducir los valores estimados de las elasticidades y la solución que aplican cuando encuentran elasticidades con valores imaginarios, o cuyo signo no es consistente con la teoría. Feenstra (1994) y Broda y Weinstein (2006) minimizan el promedio simple de la distancia entre las hipérbolas y demuestran que este procedimiento equivale a estimar las elasticidades utilizando el método generalizado de los momentos, el cual consiste en escoger los  $\hat{\theta}_1$  y  $\hat{\theta}_2$  que minimizan la suma de los errores al cuadrado en la ecuación (3a). Dicho estimador es consistente y su valor estimado es el mismo que se derivaría de estimar la ecuación (3) mediante el método de mínimos cuadrados en dos etapas (2SLS, por su sigla en inglés), donde los instrumentos son variables *dummies* de los países  $i \neq k$ . Una vez que se tienen los coeficientes estimados  $\hat{\theta}_1$  y  $\hat{\theta}_2$ , se pueden obtener los  $\hat{\sigma}$  y  $\hat{\omega}$ , con los cuales se logran identificar las elasticidades de oferta y demanda de importaciones, resolviendo el problema expuesto por Leamer (1981), quien planteaba que las estimaciones tradicionales solo permitían identificar una de las dos elasticidades.

La metodología propuesta por Soderbery parte de dos constataciones. En primer lugar, él encuentra que cuando la muestra es pequeña los instrumentos usados en la metodología desarrollada por Feenstra, y Broda y Weinstein son débiles. En segundo lugar, la literatura econométrica (Nelson y Startz, 1990; Staiger y Stock, 1997) ha demostrado que

los estimadores basados en el método 2SLS son sesgados cuando los instrumentos son débiles y las muestras son pequeñas. Además, dicha literatura ha propuesto el estimador de máxima verosimilitud con información limitada (LIML, por su sigla en inglés) para solucionar este tipo de sesgos

En las estimaciones de las elasticidades de oferta y demanda de importaciones el tamaño de la muestra suele ser corto en términos del número de períodos, y los indicadores de variedad son instrumentos débiles para las varianzas y las correlaciones entre los precios y las participaciones en el mercado. Por ello, Soderbery (2015) propone corregir la metodología de Feenstra (1994) utilizando LIML en lugar de 2SLS para estimar los parámetros involucrados en la hipérbola de Feenstra (1994). Además, Soderbery (2015) demuestra que su metodología minimiza el promedio ponderado de las distancias de las elasticidades estimadas con respecto a las hipérbolas, en donde cada hipérbola se pondera de acuerdo con la precisión con que ha sido estimada. En contraste, la metodología de Feenstra (1994) asigna la misma ponderación a cada hipérbola de Leamer. Por esta razón, las hipérbolas de las variedades que han sido estimadas de manera imprecisa van a generar sesgos importantes en el cálculo de las estimaciones de oferta y demanda de importaciones en la metodología de Feenstra (1994), pero no en la de Soderbery (2015).

La utilización del estimador LIML no resuelve, sin embargo, todos los problemas que se presentan en la estimación de las elasticidades de oferta y demanda de importaciones. Las estimaciones que usan 2SLS y LIML pueden generar números imaginarios y signos incompatibles con la teoría económica para el valor de algunas elasticidades. Broda y Weinstein (2006) trataron de solucionar este problema utilizando 2SLS solo cuando los valores estimados son compatibles con la teoría económica. En caso contrario, estiman la ecuación (3a) mediante una “búsqueda por rejilla” (*grid search*) en la que se asignan valores de  $\sigma$  entre 1,05 y 131,5 en intervalos de 5% y se escogen los valores de los parámetros  $\sigma$  y  $\omega$  que minimizan la suma de los errores al cuadrado. Mediante simulaciones de Montecarlo, Soderbery (2015) muestra que la búsqueda por rejilla no es eficiente en la estimación del valor de los parámetros que minimizan la suma de los errores al cuadrado. Esto podría llevar a estimar elasticidades de demanda y oferta de importaciones muy alejadas de su valor verdadero.

Para mejorar los problemas encontrados en la “búsqueda por rejilla” aplicada por Broda y Weinstein (2006), Soderbery (2015) usa un estimador LIML. Si se obtienen valores irreales de los parámetros, esta estimación es reemplazada por una de máxima verosimilitud con información limitada y no lineal (LIML/NL). Soderbery (2015) realiza un conjunto de simulaciones de Montecarlo para demostrar que su metodología de estimación tiene menos sesgos y es más eficiente que las de Feenstra (1994) y Broda y Weinstein (2006) cuando la muestra es pequeña, en términos de  $T$ .

Para obtener estimadores sin sesgos y consistentes de las elasticidades de oferta y demanda para Colombia, este capítulo aplica la metodología de Soderbery (2015) a un panel de datos de las importaciones de Colombia por país de origen. Las elasticidades de oferta y demanda de importaciones se deducen de la estimación de las ecuaciones (3) y (3a), lo que nos permite estimar los parámetros  $\theta_1$  y  $\theta_2$ . Luego, utilizamos las ecuaciones (4a) y (4b) para deducir el valor de los parámetros  $\sigma$ ,  $\rho$  y  $\omega$ . Para estimar estos valores utilizamos el método LIML si obtenemos valores de los parámetros compatibles con la

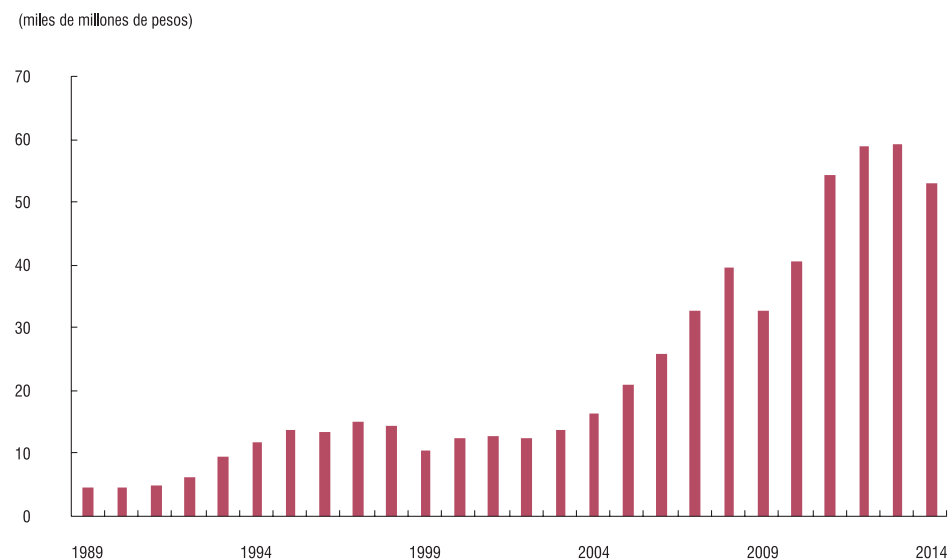
teoría económica ( $\sigma > 0$ ,  $\omega > 0$ ). De lo contrario, usamos el método LIML/NL para estimar los valores de los parámetros.

### 3. DATOS

La información proviene de la base de datos de comercio exterior de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) y del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), la cual tiene cifras sobre las importaciones a nivel de Nandina a diez dígitos para 1990-2014. En total hay 1.449.074 observaciones, de las cuales se excluyen las de las zonas francas, porque no constituyen una variedad diferente de producto, lo cual resulta en un total de 1.413.586 observaciones para estimar las elasticidades.

El valor nominal de las importaciones colombianas ha aumentado desde 1989 (Gráfico 2). También lo ha hecho el número productos y de variedades que se importa de cada producto (véase Cuadro 1). A principios de los años noventa se importaban alrededor de 3.500 productos (*i. e.*: posiciones Nandina) y un promedio de seis variedades por producto, y en 2014 estas cifras casi se habían doblado. En el cuadro también se puede ver que el número de países que exportan hacia Colombia subió de 133 a 201 en 2014.

**Gráfico 2**  
**Valor de las importaciones colombianas, 1989-2014**



Fuentes: DANE y DIAN.

**Cuadro 1**  
**Importaciones colombianas, 1990-2014**

Año	Número de bienes	Total productos (bienes por variedades)	Promedio variedades por producto	Número de países exportadores
1990	3.519	20.761	5,9	133
1991	5.932	31.645	5,3	134
1992	6.053	34.753	5,7	159
1993	6.398	47.073	7,4	187
1994	7.381	55.689	7,5	191
1995	6.769	54.006	8	178
1996	6.810	53.352	7,8	178
1997	6.118	54.486	8,9	191
1998	6.146	54.550	8,9	189
1999	6.034	51.628	8,6	187
2000	6.050	53.559	8,9	202
2001	6.044	54.489	9	197
2002	6.285	57.971	9,2	199
2003	6.022	57.524	9,6	183
2004	6.163	60.165	9,8	188
2005	6.217	64.340	10,3	192
2006	6.209	64.952	10,5	193
2007	6.387	70.142	11	197
2008	6.390	69.932	10,9	205
2009	6.343	67.531	10,6	200
2010	6.336	70.332	11,1	200
2011	6.383	74.071	11,6	196
2012	6.471	76.306	11,8	204
2013	6.473	76.922	11,9	209
2014	6.427	72.895	11,3	201

Fuente: elaboración propia.

Aunque cada vez se importan más bienes y hay más variedades de cada uno, la oferta total de variedades importadas proviene principalmente de un número reducido de países. El Cuadro 2 presenta los treinta principales países de origen de las importaciones colombianas (*i. e.*: variedades), las cuales representan el 80% del total de las variedades importadas durante 1990-2014. Entre estos países se destacan los Estados Unidos como el origen de cerca del 10% del total de variedades importadas, seguidos de Alemania, Italia y China, los cuales componen una cuarta parte de las importaciones. Por regiones, las variedades importadas provienen sobre todo de Europa (31%), Asia (19%), Latinoamérica (19%) y Norteamérica (11%).

**Cuadro 2**  
**Origen de las importaciones colombianas, 1990-2014**

País	Número de variedades importadas	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Estados Unidos	129 866	9	9
Alemania	81 509	6	15
Italia	70 831	5	20
China	69 625	5	25
España	67 210	5	30
Brasil	57 927	4	34
México	54 688	4	38
Francia	53 419	4	41
Japón	48 717	3	45
Reino Unido	46 890	3	48
Taiwán (Formosa)	43 972	3	51
Suiza	36 284	3	54
Corea del Sur	34 923	2	56
Canadá	34 532	2	59
Venezuela	32 628	2	61
Panamá	30 043	2	63
Países Bajos	29 945	2	65
India	28 964	7	67
Argentina	27 958	2	69
Hong Kong	24 370	2	71
Bélgica	23 348	2	73
Suecia	23 251	2	74
Perú	20 821	1	76
Ecuador	20 694	1	77
Chile	20 507	1	79
Tailandia	17 254	1	80

Fuente: elaboración propia.

#### 4. RESULTADOS SOBRE LAS ELASTICIDADES DE OFERTA Y DEMANDA DE IMPORTACIONES

Para poder aplicar la metodología de Soderbery se necesitan al menos tres variedades por producto y dos años consecutivos con observaciones (Soderbery, 2015). Un promedio de 7.055 partidas arancelarias Nandina (98% del total) cumplen con esos requisitos en el período estudiado. El Cuadro 3 muestra el número de partidas arancelarias que cumplen este requisito por año.

**Cuadro 3**  
**Número de bienes que cumplen con el requerimiento metodológico**

	Número de bienes que cumplen	Porcentaje del total de bienes que cumplen
1990	3.404	97
1991	5.688	96
1992	5.882	97
1993	6.091	95
1994	6.956	94
1995	6.437	95
1996	6.689	98
1997	6.027	99
1998	6.049	98
1999	5.944	99
2000	5.977	99
2001	5.955	99
2002	6.192	99
2003	5.952	99
2004	6.073	99
2005	6.115	98
2006	6.103	98
2007	6.262	98
2008	6.269	98
2009	6.242	98
2010	6.240	98
2011	6.288	99
2012	6.311	98
2013	6.294	97
2014	6.246	97

Fuente: elaboración propia.

El Cuadro 4 resume la distribución de los valores promedio estimados para la elasticidad de demanda ( $\sigma$ ), y el valor inverso de la elasticidad de oferta ( $\omega$ ). Los resultados se presentan de esta manera porque las elasticidades se calcularon para miles de partidas arancelarias y reportar cada valor estimado haría inmanejable la presentación. Las cifras muestran que la elasticidad de demanda de importaciones para cada variedad tiene un valor promedio de 7,7 y es menor que 10 hasta el noveno decil, lo cual es consistente con la literatura internacional que define su valor entre 0 y 10. También debe notarse que el 30% de las elasticidades de sustitución tienen valores superiores a 4, lo cual indica una alta sustitución entre bienes en esos grupos. En cuanto a la oferta de importaciones, el valor promedio del inverso de la elasticidad es 3,5. Las cifras muestran una alta dispersión en la elasticidad, entre 3 para el noveno decil, infinito para los tres primeros deciles, más de

100 para el cuarto decil, 50 para el quinto decil y 25 para el sexto decil. Estas altas elasticidades muestran que el país compra en mercados bastante competitivos al menos para el 60% de los productos que importa.

**Cuadro 4**  
Distribución de los valores de los parámetros estimados

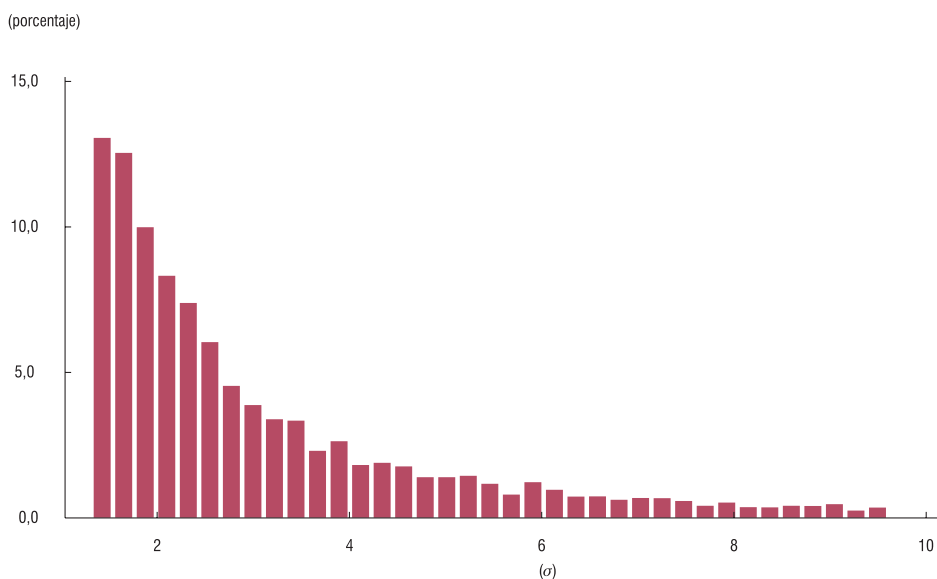
	Decil									Media
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$\sigma$	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4	2,9	3,8	5,3	9,6	7,7
$\omega$	0	0	0	0,1	0,2	0,4	0,7	1,3	3,0	3,5

Fuente: elaboración propia.

En el Gráfico 3, paneles A y B, se presenta la distribución de frecuencia de las elasticidades de demanda y oferta, lo que permite apreciar su asimetría y explicar las altas diferencias entre la media y la mediana en el Cuadro 4. Estas asimetrías son más importantes en la distribución de la elasticidad de oferta (parámetro  $\omega$ ).

**Gráfico 3**  
Frecuencia de elasticidades

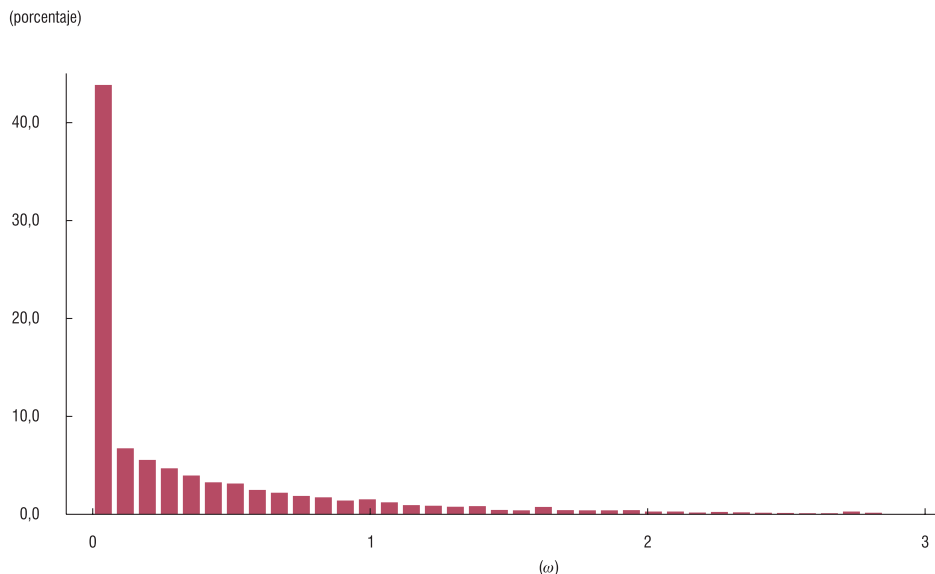
A.



Fuente: elaboración propia.

**Gráfico 3 (continuación)**  
**Frecuencia de elasticidades**

B.



Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro 5 se muestran los promedios ponderados y simples de la elasticidad de sustitución de las importaciones para las posiciones arancelarias a dos dígitos. En este cuadro es importante tener claridad sobre el significado económico de estos promedios. Por ejemplo, en la posición 08, correspondiente a las frutas, hay una elasticidad de sustitución de importaciones ponderada promedio de 3,9. Este promedio mide la sustituibilidad entre las variedades importadas de una fruta representativa, no el grado de sustitución entre los diferentes tipos de frutas (por ejemplo, kiwis y aguacates). Supongamos, por ejemplo, que solo existen dos frutas importadas, el kiwi y el aguacate, y que el valor de las importaciones para las dos frutas es el mismo. Si las variedades de aguacate tienen una elasticidad de sustitución de 2,5 y las de kiwi de 6,5, la elasticidad de sustitución ponderada promedio para las frutas sería igual a  $4,5 = (2,5 + 6,5)/2$ . Este promedio podría ser muy diferente a la elasticidad de sustitución entre el aguacate y el kiwi, la cual no ha sido estimada en nuestro estudio.

Los bienes pertenecientes a las posiciones 02 (carne), 14 (vegetales), 19 (preparaciones a base de cereales), 23 (alimentos para animales), 31 (abonos), 41 (pieles), 51 (tejidos de lana), 52 (algodones e hilados), 65 (sombrosos) y 83 (tubos de metales comunes) tienen altas elasticidades de demanda de sustitución. En contraste, los bienes con bajas elasticidades de sustitución son el 05 (productos de origen animal), 24 (tabaco), 25 (cementos), 45 (materiales de corcho), 66 (paraguas), 86 (vehículos de vías férreas),

89 (barcos) y 93 (armas). Estos últimos son productos más heterogéneos y por eso no se pueden sustituir fácilmente entre ellos.

**Cuadro 5**  
Elasticidad de demanda de importaciones ( $\sigma$ )

Nandina 2	Promedio simple	Promedio ponderado	Nandina 2	Promedio simple	Promedio ponderado
01 Animales	9,2	4,8	50 Tejidos de seda	2,5	1,7
02 Carne	8,3	12,5	51 Tejidos de lana	10,2	15,6
03 Pescados	13	3,9	52 Algodón e hilados	7,0	11,2
04 Leche y huevos	5,1	2,4	53 Fibras textiles	6,6	4
05 Productos de origen animal	2,7	2,2	54 Filamentos sintéticos	17,5	3,6
06 Plantas	6,4	3	55 Fibras sintéticas	17,3	5,5
07 Hortalizas	18,8	3,1	56 Cuerdas	6	5,9
08 Frutas	6,0	3,9	57 Alfombras	2,6	3,4
09 Café y té	13,3	4,5	58 Tejidos especiales	3,2	3,5
10 Cereales	3,0	2,4	59 Telas impregnadas	11,3	3,3
11 Productos de molinería	5,7	4,6	60 Tejidos de punto	6,3	5,5
12 Oleaginosas	7,2	2,9	61 Confecciones de punto	4,5	8,7
13 Gomas y resinas	5,4	4,5	62 Confecciones otras	11,7	8,4
14 Productos vegetales	4,1	7,7	63 Ropa de cama	8,3	3,4
15 Grasas y aceites	4,6	5,6	64 Calzado	9,7	4,3
16 Preparados de carne y pescado	6,3	3,5	65 Sombreros	34,8	10
17 Azúcares y confitería	3,4	4,4	66 Paraguas	2,9	1,6
18 Cacao y preparados.	24,4	5,8	67 A. de plumas	10,6	5,4
19 Prep. a base de cereales	6,6	8,1	68 Manuf. de cemento	5,2	3,4
20 Prep. frutas y hortalizas	11,4	3,5	69 Cerámica	3,8	3,2
21 Prep. alimenticias	3,5	4,3	70 Manufacturas de vidrio	7,1	2,2
22 Bebidas y alcoholes	5,0	4	71 Joyería	5,6	4,4
23 Alimentos para animales	12,4	65,9	72 F. de hierro y acero	8,7	4,5
24 Tabaco	2,5	2,2	73 M. de hierro y acero	8,7	6
25 Sal y cementos	2,9	1,9	74 Cobre y sus manufacturas	11,6	2,8
26 Min. metalíferos	3,3	2,6	75 M. de níquel	7,1	5,5
27 Combustibles	4,4	2,6	76 M. de aluminio	7,6	2,6
28 Químicos inorgánicos	7,2	3,3	78 Plomo y sus manuf.	3,8	5,9
29 Hidrocarburos	9,6	4,7	79 M. de zinc	3,5	4,5
30 Farmacéuticos	8,4	5,2	80 M. de estaño	6,4	9,3
31 Abonos	10,3	9	81 M. de otros metales	7,1	7,9
32 Colorantes	4,5	3	82 Herramientas	4,2	4,1
33 Aceites	4,8	3,9	83 Tubos metales comunes	13,9	18,6
34 Jabón, ceras y prod. de limpieza	3,5	4	84 Aparatos mecánicos	8,8	7,7
35 Gelatinas	3,1	3,6	85 Máquinas y ap. eléctricos	7,3	5,8
36 Pólvora	3,6	2,8	86 Vehículos vías férreas	2,9	2,1

**Cuadro 5 (continuación)**  
**Elasticidad de demanda de importaciones ( $\sigma$ )**

Nandina 2	Promedio simple	Promedio ponderado	Nandina 2	Promedio simple	Promedio ponderado
37 Productos fotográficos	6,1	6,8	87 Vehículos y tractores	7,2	5,4
38 Productos químicos	4,2	3,4	88 Aeronaves	9,5	3,8
39 Plásticos	4,8	4,9	89 Barcos	3,8	2,2
40 Materiales de caucho	8,3	4,3	90 Inst. óptica, cam. medida	4,9	7,1
41 Pielés	18,7	11,5	93 Armas	3,5	2,1
42 Materiales de cuero	4,3	2,6	94 Material médico	4,5	2,9
43 Peletería y conf.	3,2	3,9	95 Juguetes	5,3	3
44 Materiales de madera	4,3	3,3	96 Manufacturas diversas	4,1	2,9
45 Materiales de corcho	3,9	2,2	97 Arte	2,9	2,3
46 Cestería	3,4	3,6	98 Merc. tratam. especiales	4,5	5,5
47 Pasta de madera	4,2	2,7			
48 Papel y cartón	6,2	5,7			
49 Editoriales	7,8	4,3			

Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro 6 se presenta el valor del inverso de la elasticidad de oferta de las importaciones. En la mayoría de las posiciones arancelarias el valor del parámetro ( $\omega$ ) es pequeño, ello implica que la oferta de importaciones es muy elástica. En estas condiciones, cambios en la demanda afectan poco el precio de los productos importados. Sin embargo, en algunos sectores la oferta de importaciones es inelástica, como en los sectores 01 (animales), 46 (cemento), 54 (filamentos sintéticos), 58 (tejidos especiales), 60 (tejidos de punto), 64 (calzado), 68 (materiales de cemento), 81 (materiales de otros metales), 84 (aparatos metálicos) y 88 (aeronaves).

En el Cuadro 7 se presentan los valores para las elasticidades de demanda de importaciones y el inverso de las elasticidades de oferta por sector CIIU a tres dígitos. Se puede apreciar que algunos sectores tienen elasticidades de demanda muy altas, como son los de pesca (130), fabricación de alimentos (311), y prendas de vestir (322); mientras que otros tienen bajas elasticidades, como los sectores de caza ordinaria (113), extracción de madera (122), y barro y loza (361). Por otra parte, para las elasticidades de oferta la mayoría de los sectores tienen valores muy altos, en particular los sectores de fabricación de otros productos alimenticios (312), tabaco (314), barro y loza (361) con valores cercanos o iguales al infinito, lo cual implica alta competencia entre los oferentes. Sin embargo, sectores como textiles (321), calzado (324), papel (341) y otros minerales no metálicos (369) presentan elasticidades de oferta muy bajas. Los resultados muestran la importancia del ejercicio de estimación realizado y la riqueza de la información generada, la cual demuestra la heterogeneidad de los sectores y apunta a los posibles impactos de la política comercial sobre el bienestar económico del país.

En el anexo se presentan las elasticidades de oferta y demanda de importaciones a niveles de uno y dos dígitos de la clasificación CIIU, revisión 2.

**Cuadro 6**  
**Inversa de la elasticidad de oferta de las exportaciones ( $\omega$ )**

	Nandina 2	Promedio simple	Promedio ponderado
01 Animales		2,3	5,3
02 Carne		2,9	1,4
03 Pescados		0,9	2,7
04 Leche y huevos		0,3	0,0
05 Productos de origen animal		1,7	0,7
06 Plantas		0,4	0,3
07 Hortalizas		0,5	0,3
08 Frutas		5,8	1,2
09 Café y té		7,2	0,9
10 Cereales		0,5	0,2
11 P. molinería		0,3	0,2
12 Oleaginosas		1,5	0,1
13 Gomas y resinas		0,7	0,7
14 P. vegetales		0,5	0,0
15 Grasas y aceites		0,9	0,3
16 Preparados de carne y pescado		0,7	1,6
17 Azúcares y confitería		1,2	2,3
18 Cacao y preparados		0,4	0,5
19 Preparados a base de cereales		0,6	0,8
20 Prep. frutas y hortalizas		8,4	0,4
21 Preparaciones alimenticias		0,5	0,7
22 Bebidas y alcoholes		1,5	1,4
23 Alimentos para animales		2,5	1,0
24 Tabaco		6,3	0,1
25 Sal y cementos		3,5	46,1
26 Min. metalíferos		0,3	0,5
27 Combustibles		1,3	0,1
28 Químicos inorgánicos		1,9	1,8
29 Hidrocarburos		1,7	1,0
30 Farmacéuticos		1,4	1,5
31 Abonos		14,8	3,9
32 Colorantes		1,0	0,8
33 Aceites		1,2	0,5
34 Jabón, ceras y prod. de limpieza		1,2	1,8
35 Gelatinas		1,3	0,4
36 Pólvora		0,6	0,4
37 P. fotográficos		5,3	1,6
38 P. químicos		2,2	2,0
39 Plásticos		1,3	1,6
40 M. de caucho		2,5	1,1
41 Pieles		1,8	1,3
42 M. de cuero		0,7	0,7
43 Peletería y conf.		2,4	3,0
44 M. de madera		1,6	1,3

**Cuadro 6 (continuación)**  
**Inversa de la elasticidad de oferta de las exportaciones ( $\omega$ )**

	Nandina 2	Promedio simple	Promedio ponderado
45 M. de corcho		10,2	0,6
46 Cestería		0,7	1,2
47 Pasta de madera		0,2	0,1
48 Papel y cartón		5,3	1,3
49 Editoriales		0,7	0,4
50 Tejidos de seda		0,3	0,7
51 Tejidos de lana		1,1	0,2
52 Algodón e hilados		3,1	2,5
53 Fibras textiles		0,2	0,4
54 Filamentos sintéticos		104,2	149,3
55 Fibras sintéticas		1,2	1,0
56 Cuerdas		0,8	0,7
57 Alfombras		2,2	0,6
58 Tejidos especiales		5,9	9,9
59 Telas impregnadas		0,8	1,0
60 Tejidos de punto		10,0	13,2
61 Confecciones de punto		3,4	1,0
62 Confecciones otras		2,3	2,0
63 Ropa de cama		11,2	5,7
64 Calzado		3,9	12,0
65 Sombreros		1,7	2,8
66 Paraguas		0,7	0,1
67 A. de plumas		1,1	0,9
68 M. de cemento		6,5	6,9
69 Cerámica		8,9	0,3
70 Manufacturas de vidrio		1,9	1,4
71 Joyería		2,3	2,5
72 F. de hierro y acero		2,1	0,9
73 M. de hierro y acero		2,3	1,3
74 Cobre y sus manuf.		0,9	0,2
75 Manufacturas de níquel		0,6	1,0
76 Manuf. de aluminio		0,8	0,3
78 Plomo y sus manuf.		0,5	0,4
79 Manufacturas de zinc		0,5	0,2
80 Manufacturas de estaño		0,7	0,6
81 Manuf. de otros metales		1,3	7,7
82 Herramientas		1,7	2,0
83 Tubos metales comunes		3,3	3,8
84 Aparatos mecánicos		2,5	9,8
85 Máquinas y ap. eléctricos		2,3	0,8
86 Vehículos vías férreas		0,6	1,3
87 Vehículos y tractores		1,6	0,8
88 Aeronaves		3,3	13,9

**Cuadro 6 (continuación)**  
**Inversa de la elasticidad de oferta de las exportaciones ( $\omega$ )**

	Nandina 2	Promedio simple	Promedio ponderado
89 Barcos		1,0	0,1
90 Inst. óptica, cam. de medida		1,4	1,2
93 Armas		1,8	2,0
94 M. médico		1,1	1,1
95 Juguetes		1,0	0,7
96 Manufacturas diversas		1,3	1,3
97 Arte		1,4	2,6
98 Merc. tratam. especiales		1,0	1,2

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 7**  
**Elasticidades de oferta y demanda de importaciones ( $\sigma$ ) promedio por sector CIU, revisión. 2**

CIU2	Elasticidad de demanda de importaciones ( $\sigma$ )		Inversa de la elasticidad de oferta de importaciones ( $\omega$ )	
	Promedio simple	Promedio ponderado	Promedio simple	Promedio ponderado
0	2,8	2,0	0,7	0,9
111	8,2	2,9	2,9	0,3
113	2,0	1,6	1,3	2,1
121	4,9	11,5	0,8	0,2
122	2,4	2,3	1,0	1,5
130	10,0	3,8	2,3	9,1
210	1,3	1,3	0,0	0,0
220	2,2	2,2	0,2	0,3
230	8,7	5,6	0,4	0,5
290	2,9	2,7	1,5	1,3
311	9,9	26,7	2,9	0,9
312	4,5	4,5	1,1	0,7
313	5,1	4,1	1,5	1,4
314	2,9	2,2	0,1	0,0
321	9,4	7,2	16,2	26,7
322	11,0	8,1	2,4	1,8
323	11,7	3,2	1,4	0,7
324	6,4	5,0	5,3	20,1
331	4,1	3,1	2,5	1,4
332	4,2	3,0	1,1	1,0
341	6,3	5,2	5,3	1,0
342	6,5	4,2	2,0	1,5
351	7,8	5,2	2,1	1,8
352	6,3	4,5	1,7	1,3
353	5,7	2,8	0,4	0,0
354	3,0	3,0	1,9	3,2
355	8,7	4,2	2,5	1,1
356	5,3	3,9	1,3	1,8

**Cuadro 7 (continuación)****Elasticidades de oferta y demanda de importaciones ( $\sigma$ ) promedio por sector CIU, revisión. 2**

CIU2	Elasticidad de demanda de importaciones ( $\sigma$ )		Inversa de la elasticidad de oferta de importaciones ( $\omega$ )	
	Promedio simple	Promedio ponderado	Promedio simple	Promedio ponderado
361	2,7	3,2	0,4	0,2
362	7,2	2,2	1,9	1,3
369	4,8	2,8	9,3	21,7
371	7,9	5,3	2,8	1,0
372	7,3	3,0	1,0	0,4
381	7,1	4,9	1,6	2,1
382	9,3	8,0	2,3	10,1
383	6,9	5,6	2,2	0,8
384	6,4	4,7	1,8	4,6
385	5,0	7,4	1,4	1,0
390	10,3	7,2	1,2	1,2
610	2,7	2,7	1,8	0,5
832	2,4	2,4	0,0	0,0
941	1,8	2,2	1,4	2,5
942	5,4	7,2	0,0	0,0
959	4,3	5,4	1,3	0,5

Fuente: elaboración propia.

**5. CONCLUSIONES**

Este capítulo estima las elasticidades de demanda y de oferta de importaciones para una gran variedad de productos que Colombia importa, de acuerdo con la clasificación Nandina a 10 dígitos para el período 1990-2014. A diferencia de las estimaciones realizadas anteriormente en el país, que empleaban una elasticidad agregada de demanda por importaciones, la metodología utilizada, basada en Soderbery (2015), permite calcular las elasticidades por producto. El trabajo es el primero que utiliza la metodología de Soderbery para estimar esas elasticidades a un nivel tan grande de desagregación y va más allá de lo realizado por Kee, Nicita y Olearraga (2009) para un grupo de 78 países, entre ellos Colombia.

Estos resultados son de gran utilidad para modelar las consecuencias de la política comercial sobre el comercio exterior y el bienestar económico del país. Conocer los valores de las elasticidades de sustitución de importaciones es esencial para cuantificar el equivalente arancelario de las barreras no arancelarias y el costo de las restricciones al comercio que ellas y los aranceles le imponen al país. Conocer la protección total para cada bien producido en el país permite generar un índice total de restricción de importaciones para más de dos décadas, yendo más allá del estimativo hecho por Kee, Nicita y Olarreaga (2009). Estos ejercicios también pueden usarse en modelos de equilibrio general computables (CGE, por su sigla en inglés) y modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general (DSGE, por su sigla en inglés) para simular las consecuencias de las políticas arancelarias y no arancelarias.

## REFERENCIAS

- Anderson, J.; Neary, J. (1996). "A New Approach to Evaluating Trade Policy", *The Review of Economic Studies*, vol. 63, núm. 1, pp. 107-125.
- Armington, P. S. (1969). "Theory of Demand for Products distinguished by Place of Production", IMF Staff Papers, vol. 16, pp. 159-176.
- Broda, C.; Weinstein, D. E. (2006). "Globalization and the Gains from Variety", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 121, núm. 2, pp. 541-585.
- Edmond, C.; Midrigan, V.; Xu, D. (2015). "Competition, Markups, and the Gains from International Trade", *The American Economic Review*, vol. 105, pp. 3183-3221.
- Feenstra, R. C. (1994). "New Product Varieties and The Measurement of International Prices", *American Economic Review*, vol. 84, núm. 1, pp. 157-177.
- García, J. (2006). "La demanda por importaciones en Colombia 1959-1972", Cuadernos de Historia Económica, núm. 16, Banco de la República, colección de Economía Regional.
- García, J. (1981). "The Effects of Exchange Rates and Commercial Policy on Agricultural Incentives in Colombia, 1953-1978", *Research Report*, núm. 24, Washington, D. C.: International Food Policy Research Institute.
- Gómez, H. (1982). "Estimación de la demanda colombiana de importación de bienes intermedios y de consumo en los años setenta", *Ensayos sobre Política Económica (ESPE)*, núm. 1, pp. 89-147 marzo.
- Harrigan, J. (1997). "Technology, Factor Supplies, and International Specialization: Estimating the Neoclassical Model", *The American Economic Review*, núm. 87, septiembre, pp. 475-494.
- Hernández, G. (1998). "Elasticidades de sustitución de las importaciones para la economía colombiana", *Revista de Economía del Rosario*, vol. 1, núm. 2.
- Kee, H. L.; Nicita, A.; Olarreaga, M. (2009). "Estimating Trade Restrictiveness Indices", *Economic Journal*, vol. 119, pp. 172-199.
- Khan, M. (1974). "Import and Export Demand in Developing Countries", Staff Papers, vol. 21, núm. 3, pp. 678-693, International Monetary Fund.
- Leamer, E. E. (1981). "Is it a Demand Curve, or is it a Supply Curve? Partial Identification Through Inequality Constraints", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 1, núm. 63, pp. 319-327.
- Musalem, A. (1971). *Dinero, inflación y balanza de pagos: la experiencia colombiana en la posguerra*, Banco de la República, Bogotá.
- Nelson, C. R.; Startz, R. (1990). "Some Further Results on the Exact Small Sample Properties of the Instrumental Variable Estimator", *Econometrica*, vol. 58, pp. 967-976.
- Soderbery, A. (2015). "Estimating Import Supply and Demand Elasticities: Analysis and Implications", *Journal of International Economics*, vol. 96, núm 1, pp. 1-17.
- Staiger, D.; Stock, J. H. (1997). "Instrumental variables regression with weak instruments", *Econometrica*, vol. 65, núm. 3, pp. 557-586.
- Villar, L. (1985). "Control cuantitativo a las importaciones en Colombia: julio 1983-junio 1984", *Coyuntura Económica*, vol. XV, núm. 3, octubre, pp. 149-175, Fedesarrollo, Bogotá.
- Zuccardi, I. (2002). "Demanda por importaciones en Colombia: una estimación", *Revista Desarrollo y Sociedad*, núm. 49, pp. 129-154.

## ANEXO 1

### MODELO Y EXPLICACIÓN FORMAL DE LOS MÉTODOS DE ESTIMACIÓN

Este anexo presenta de manera formal y detallada el modelo utilizado para realizar las estimaciones de oferta y demanda de importaciones descritas en la sección 2 y la relación entre las hipérbolas descritas por Leamer (1981) y las utilizadas por Feenstra (1994), Broda y Weinstein (2006) y Soderbery (2015).

### LAS VARIETADES IMPORTADAS Y LAS FUNCIONES DE OFERTA Y DEMANDA DE IMPORTACIONES

Se parte de un modelo en el que las variedades de un bien están asociadas con el país de origen (Armington, 1969). La importación  $m$  de la variedad  $v$  en el período  $t$  se puede representar por  $m_{vt}$ , y el consumo de la variedad producida en el país por  $c_{dt}$ . La elasticidad de sustitución entre el bien importado y el producido en el país se representa por el signo  $b_{vt}$ . Cambios en las preferencias por cada variedad se representan por el signo  $\sigma$ . La utilidad del bien para un agente depende del consumo de cada variedad, ya sea importada o producida en el país. Estas relaciones se pueden expresar como una función de utilidad de un agente en la ecuación (A) así:

$$U_t = \left( (b_{dt})^{\frac{1}{\sigma}} (c_{dt})^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \sum_{v \in I_t} (b_{vt})^{\frac{1}{\sigma}} (m_{vt})^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \sigma > 1, \quad (A)$$

donde  $U$  denota la utilidad que le genera a un agente el consumo de una variedad del bien, e  $I_t$  denota el conjunto de variedades disponibles en el momento  $t$ , así  $I_t \subset \{1, \dots, g, \dots, V\}$ .

Esta función puede reescribirse como

$$U_t = \left( (b_{dt})^{\frac{1}{\sigma}} (c_{dt})^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (M_t)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \sigma > 1, \quad (A1)$$

donde  $M_t$  representa el consumo agregado de las variedades importadas. Con elasticidades de sustitución de las importaciones constantes,  $M_t$  se puede escribir de la siguiente manera:

$$M_t = \left( \sum_{v \in I_t} (b_{vt})^{\frac{1}{\sigma}} (m_{vt})^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}. \quad (A2)$$

En esta ecuación  $M_t$  representa tanto el consumo agregado de las variedades importadas como la utilidad generada por dicho consumo.

Como la función de utilidad es separable, los consumidores deciden en dos etapas cuánto consumir de cada variedad. En primer lugar, escogen las cantidades consumidas

de la variedad nacional y de las variedades importadas de un bien, maximizando la función de utilidad (A1), sujetos a la siguiente restricción presupuestaria:

$$P_{dt} c_{dt} + P_{mt} M_t = E_t,$$

donde  $P_{dt}$  es el precio de la variedad producida en el país;  $P_{mt}$  es el precio agregado de las variedades importadas, y  $E_t$  es el ingreso disponible para gastar en el consumo total de un bien.

En segundo lugar, a partir de las importaciones agregadas  $M_t$  los agentes escogen las cantidades importadas de cada variedad, maximizando la utilidad generada por esas variedades, representada por la ecuación 2, y sujetos a la restricción presupuestal:

$$(1 + T_t) \sum_{v \in I_{gt}} p_{vt} m_{gvt} = (1 + T_t) P_t M_t \Leftrightarrow$$

$$\sum_{v \in I_{gt}} p_{vt} m_{vt} = P_{mt} M_t = E_{mt},$$

donde  $P_{vt}$  es el precio internacional de la variedad  $v$  del bien;  $P_t$  es el agregado de estos precios;  $T_t$  representa los costos arancelarios y no arancelarios de importar el bien, y  $E_{mt}$  es el valor total del ingreso destinado a las importaciones del bien.

Al maximizar la utilidad generada por el consumo de las variedades importadas, se deriva que la demanda de cada variedad del bien en cada período es:

$$m_{vt} = \left( \frac{P_{vt}}{P_{mt}} \right)^{-\sigma} M_t b_{vt} \Leftrightarrow$$

$$\ln(m_{vt}) = -\sigma \ln \left( \frac{P_{vt}}{P_{mt}} \right) + \ln(M_t) + \ln(b_{vt}), \quad (A3)$$

donde  $P_{mt}$  es el índice de precios agregado de las variedades importadas del bien

$$P_{mt} = (\sum_{v \in I_t} b_{vt} p_{vt}^{1-\sigma})^{1/(1-\sigma)}, \quad (A4)$$

el cual cumple con la propiedad de que la cantidad comprada del bien agregado multiplicada por su índice debe ser igual a la suma del valor de las importaciones de cada una de las variedades:

$$\sum_{v \in I_{gt}} p_{vt} m_{vt} = E_{mt} = P_{mt} M_t.$$

En la ecuación (A3), la demanda de cada variedad del bien depende de su precio ( $p_{vt}$ ), del índice de precios ( $P_{mt}$ ) y del parámetro aleatorio de preferencia por una variedad

específica de cada bien ( $b_{gr}$ ). A partir de dicha ecuación se puede deducir que la caída porcentual en las cantidades importadas generada por un incremento de 1% en el precio relativo de la variedad ( $P_{vt}/P_{mt}$ ) es igual a  $\sigma$ . Esto implica que el parámetro  $\sigma$  no solo representa el valor absoluto de la elasticidad de la demanda de importaciones, sino también la elasticidad de sustitución de importaciones ( $\sigma$ ).

Los precios a los que se ofrece cada variedad se derivan de un programa de maximización de las ganancias de los exportadores, cuya solución implica que los precios son proporcionales a los costos marginales:

$$p_{vt} = \mu \eta_{vt} (m_{vt})^\omega, \quad \omega > 0 \Leftrightarrow \quad (A5a)$$

$$\ln(p_{vt}) = \ln\mu + \omega \ln(m_{vt}) + \ln(\eta_{vt}) \quad (A5b)$$

donde  $\mu$  representa el margen de ganancia de las empresas, el cual es igual a  $\mu = \sigma/(\sigma - 1)$  cuando existe competencia monopolística y a 1 si hay competencia perfecta. Cuando la competencia es perfecta es similar a una situación de demanda en la cual las variedades son sustitutos perfectos y las elasticidades de sustitución entre las variedades es infinita. Los costos marginales son iguales a  $\eta_{vt} (m_{vt})^\omega$ . La variable ( $\eta_{vt}$ ) captura un factor tecnológico aleatorio y ( $\omega$ ) es la inversa de la elasticidad de oferta de importaciones.

La ecuación (A5a) representa la curva de oferta de cada una de las variedades disponibles en los proveedores externos. Esta curva solo tiene sentido económico si su pendiente es positiva, y si los precios son superiores a 0, lo cual implica:  $\sigma > 1$ , y  $\omega > 0$ . Nótese que la elasticidad de oferta de las importaciones para los dos casos de competencia perfecta y monopolística es idéntica. Esta depende únicamente de la pendiente de la curva de costos marginales; es decir, de la función  $\eta_{vt} (m_{vt})^\omega$ .

Para expresar el sistema de ecuaciones (A3) y (A5) en primeras diferencias se resta para cada variedad la observación correspondiente al período  $t - 1$ :

$$\Delta \ln(m_{vt}) = -\sigma \Delta \ln\left(\frac{P_{vt}}{P_{mt}}\right) + \Delta \ln(M_t) + \Delta \ln(b_{vt}) \quad (A3a)$$

$$\Delta \ln(p_{vt}) = \omega \Delta \ln(m_{vt}) + \Delta \ln(\eta_{vt}) \quad (A5a),$$

donde para cada variable  $x_{vt}$ , su primera diferencia es igual a  $\Delta x_{vt} = x_{vt} - x_{v,t-1}$ . Adicionalmente, se aplica la primera diferencia a las ecuaciones (A3a) y (A5a) con respecto a una variedad de referencia  $k$ . Esto permite reescribir el sistema de ecuaciones en términos de un conjunto de variables expresadas como la distancia entre los cambios porcentuales de dichas variables para cada variedad  $v$  y los respectivos cambios para la variedad de referencia  $k$ . Es decir, cada variable  $\Delta \ln x_{vt}$  se transforma en una nueva variable  $\tilde{x}_{vt}$ , definida por la identidad  $\tilde{x}_{vt} \equiv \Delta \ln x_{vt} - \Delta \ln x_{kt}$ . De este modo, se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones que constituyen un modelo estructural de funciones de demanda (ecuación A6) y oferta (ecuación A7):

$$\tilde{m}_{vt} = \beta \tilde{p}_{vt} + \tilde{\varepsilon}_{vt}, \quad (A6)$$

$$\tilde{m}_{vt} = \Theta \tilde{p}_{vt} + \tilde{\delta}_{vt}, \quad (A7)$$

donde  $\tilde{m}_{vt} \equiv \Delta \ln m_{vt} - \Delta \ln m_{kt}$ ;  $\tilde{p}_{vt} \equiv \Delta \ln p_{vt} - \Delta \ln p_{kt}$ . La variable  $\beta = -\sigma$  representa la elasticidad precio de la demanda de importaciones, y  $\Theta = \frac{1}{\omega}$  la elasticidad precio de la oferta de importaciones. Por su parte,  $\tilde{\varepsilon}_{vt} = \Delta \ln(b_{vt}) - \Delta \ln(b_{kt})$  y  $\tilde{\delta}_{vt} = -(\Delta \ln(\eta_{vt}) - \Delta \ln(\eta_{kt}))/\omega$  son choques no observables de demanda y oferta, respectivamente. En el sistema de ecuaciones transformado representado por las ecuaciones (A6) y (A7) se eliminaron las variables comunes a todas las variedades, pero que pueden cambiar en el tiempo, tales como  $\Delta \ln(M_t)$ . Estas variables pueden ser observables o no observables.

### EL PROBLEMA DE LA IDENTIFICACIÓN DE LAS ELASTICIDADES DE OFERTA Y DEMANDA

La ecuación (A6) representa la demanda de importaciones y la (A7) la de oferta. Es necesario estimarlas de manera simultánea para evitar los sesgos de simultaneidad. El problema radica en que en ninguna de las ecuaciones aparecen variables exógenas observables, las cuales son necesarias para identificar las elasticidades precio de la oferta y de la demanda de importaciones. La estimación de las ecuaciones (A6) y (A7) con el método de mínimos cuadrados ordinarios no permite identificar dichas elasticidades. Sin embargo, como se mencionó, en Leamer (1981) se demuestra que si los choques de oferta ( $b_{vt}$ ) y de demanda  $\eta_{gvt}$  de importaciones son independientes, entonces la matriz de varianza-covarianza de las variables  $\tilde{p}_{vt}$  y  $\tilde{m}_{vt}$  permite deducir una hipérbola que relaciona las elasticidades de la oferta y de la demanda de importaciones. El Gráfico A1 ilustra estas ideas cuando la oferta de importaciones tiene una elasticidad infinita.

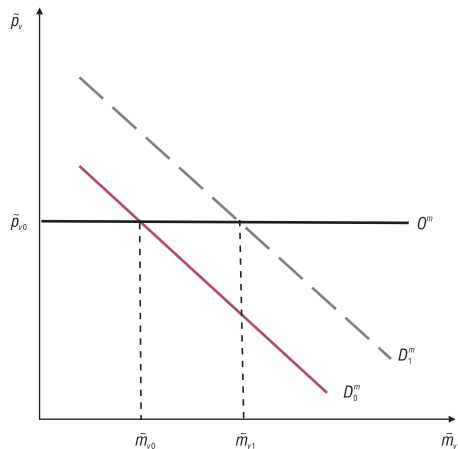
Para ilustrar la metodología de Leamer, supongamos que la elasticidad de oferta de importaciones es infinita (*i. e.*: toma el valor extremo  $\omega = 0$ ;  $\Theta = \infty$ ) tal como se representa en el Gráfico A1, panel A. En dicho caso los choques en la demanda no afectan los precios de equilibrio, pero sí las cantidades demandadas. Ello quiere decir que en la parte derecha de la ecuación (A6), la variable  $\Delta^k \ln(p_{vt})$  es independiente del término de error  $\varepsilon_{vt}^k$ . Puesto que la elasticidad de oferta es infinita, las variaciones en precios están explicadas por choques exógenos en la función de oferta, tal como se describe en el Gráfico A1, panel B. En este caso, si el valor del parámetro  $\beta$  se estima aplicando el método de máxima verosimilitud a la ecuación (A6), entonces el valor estimado es consistente y no tiene sesgo. Si  $b$  representa el valor estimado del parámetro  $\beta$ , entonces su valor está dado por

$$b = \frac{cov(\tilde{p}_{vt}, \tilde{m}_{vt})}{var(\tilde{p}_{vt})},$$

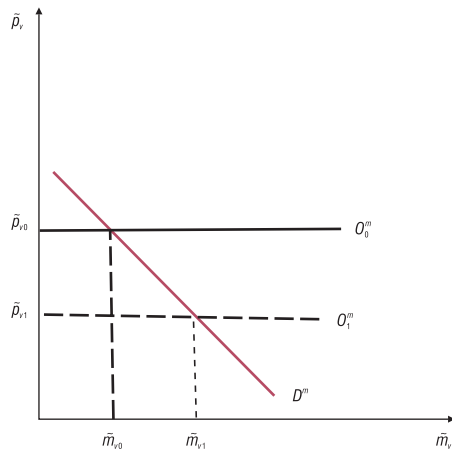
y entonces  $\hat{\beta} = b$ .

**Gráfico A1**  
**Oferta infinitamente elástica**

**A. Un choque de demanda**



**B. Un choque de oferta**



Fuente: elaboración propia.

Supongamos ahora el otro caso extremo en el cual la elasticidad de oferta es igual a cero (*i. e.*:  $\omega = \infty$ ;  $\Theta = 0$ ) como se muestra en el Gráfico A2, panel A. En esta ocasión los choques de demanda afectan los precios y no las cantidades importadas; por ende, si estimamos la función inversa de la ecuación (A6), dejando los precios como variable dependiente, y la cantidad importada como la variable independiente, resulta que:

$$\tilde{p}_{vt} = \frac{1}{\beta} \tilde{m}_{vt} - \frac{\tilde{\varepsilon}_{vt}}{\beta}, \quad (A6a)$$

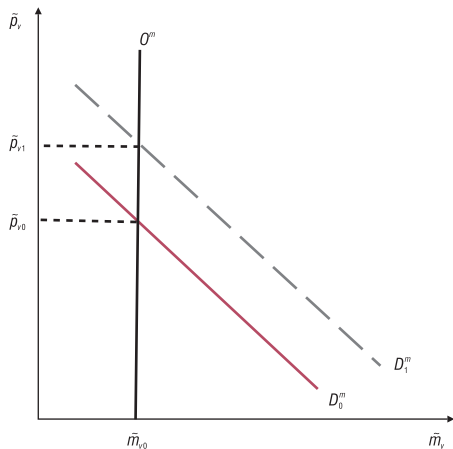
en la cual la variable explicativa  $\tilde{m}_{vt}$  es independiente del término de error  $\tilde{\varepsilon}_{vt}$ , ya que, como lo muestra el Gráfico A2, paneles A y B, los cambios en las importaciones ocurren únicamente por variaciones en la oferta. Los coeficientes de la ecuación (A6a) se estiman usando el método de máxima verosimilitud, y si llamamos  $b_r$  al coeficiente estimado de  $\beta$ , su valor viene dado por:

$$\frac{1}{b_r} = \frac{cov(\tilde{p}_{vt}, \tilde{m}_{vt})}{var(\tilde{m}_{vt})},$$

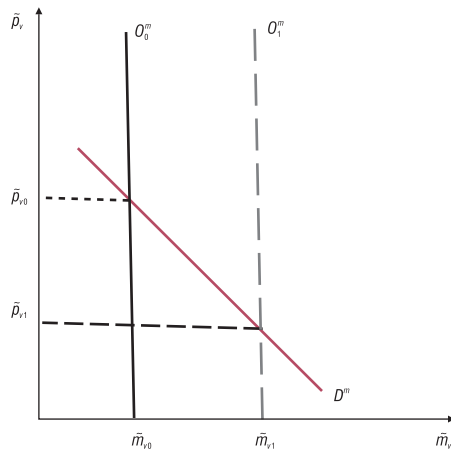
y el valor estimado de la elasticidad precio de las importaciones,  $\hat{\beta} = b_r$ , no tiene sesgo y es consistente si la oferta de importaciones es totalmente inelástica ( $\omega = 0$ ;  $\Theta = \infty$ ).

**Gráfico A2**  
**Oferta inelástica**

**A. Un choque de demanda**



**B. Un choque de oferta**



Fuente: elaboración propia.

Ahora, analicemos los casos intermedios en los que la oferta de importaciones tiene pendiente positiva ( $0 < \Theta < \infty$ ), los cuales se muestran en el Gráfico A3, paneles A y B. Para estos casos, los cambios en la oferta y en la demanda afectan las cantidades importadas y los precios de equilibrio. Aquí los precios y las cantidades importadas no pueden considerarse como variables predeterminadas en las ecuaciones (A6) y (A6a), y no se puede identificar la elasticidad de la demanda de importaciones  $\beta$  mediante la estimación de las ecuaciones (A6) y (A7). Tampoco se puede usar el método de mínimos cuadrados en dos etapas porque no hay variables exógenas observables.

En este caso, al solucionar el sistema de ecuaciones (A6) y (A7), se deriva la siguiente forma reducida del modelo:

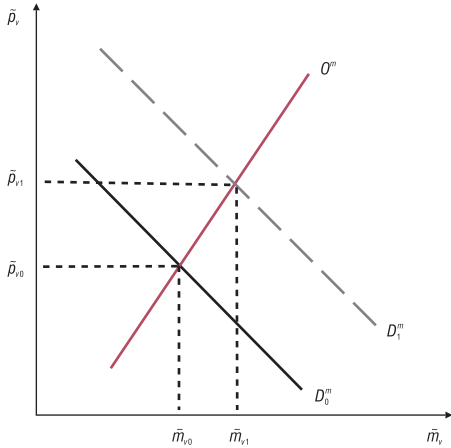
$$\tilde{p}_{vt} = \frac{\tilde{\varepsilon}_{vt} - \tilde{\delta}_{vt}}{\Theta - \beta}; \tilde{m}_{vt} = \frac{\Theta \tilde{\varepsilon}_{vt} - \beta \tilde{\delta}_{vt}}{\Theta - \beta}$$

cuya matriz de varianzas-covarianzas es igual a:

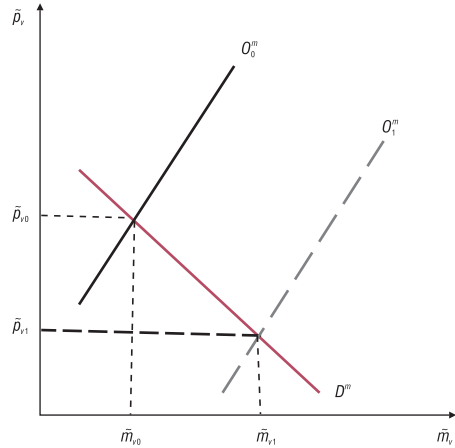
$$V(\tilde{p}_{vt}, \tilde{m}_{vt}) = \begin{bmatrix} \sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_{\delta}^2 & \Theta \sigma_{\varepsilon}^2 + \beta \sigma_{\delta}^2 \\ \Theta \sigma_{\varepsilon}^2 + \beta \sigma_{\delta}^2 & \Theta^2 \sigma_{\varepsilon}^2 + \beta^2 \sigma_{\delta}^2 \end{bmatrix} \frac{1}{(\Theta - \beta)^2}$$

**Gráfico A1.3**  
**Oferta con elasticidad positiva y finita**

**A. Un choque de demanda**



**B. Un choque de oferta**



Fuente: elaboración propia.

Al comparar esta matriz con su contraparte empírica, se puede encontrar un sistema de tres ecuaciones:

$$var(\tilde{p}_{vt}) = \frac{\hat{\sigma}_\varepsilon^2 + \hat{\sigma}_\delta^2}{(\hat{\Theta} - \hat{\beta})^2}, \tag{A8}$$

$$var(\tilde{m}_{vt}) = \frac{\hat{\Theta}^2 \hat{\sigma}_\varepsilon^2 + \hat{\beta}^2 \hat{\sigma}_\delta^2}{(\hat{\Theta} - \hat{\beta})^2}, \tag{A9}$$

$$cov(\tilde{p}_{vt}, \tilde{m}_{vt}) = \frac{\hat{\Theta} \hat{\sigma}_\varepsilon^2 + \hat{\beta} \hat{\sigma}_\delta^2}{(\hat{\Theta} - \hat{\beta})^2}, \tag{A10}$$

con cuatro incógnitas ( $\hat{\sigma}_\varepsilon^2, \hat{\sigma}_\delta^2, \hat{\Theta}, \hat{\beta}$ ). De las ecuaciones (A8) y (A10) se puede deducir  $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$  y  $\hat{\sigma}_\delta^2$  en función de la varianza de precios  $var(\tilde{p}_{vt})$  y de la covarianza entre precios e importaciones  $cov(\tilde{p}_{vt}, \tilde{m}_{vt})$ . Estas dos expresiones se reemplazan en la ecuación (A9) para encontrar la siguiente:

$$var(\tilde{p}_{vt}) = -\frac{1}{\hat{\beta} \hat{\Theta}} var(\tilde{m}_{vt}) - \left( \frac{1}{\hat{\Theta}} + \frac{1}{\hat{\beta}} \right) cov(\tilde{p}_{vt}, \tilde{m}_{vt}), \tag{A11a}$$

la cual es equivalente a:

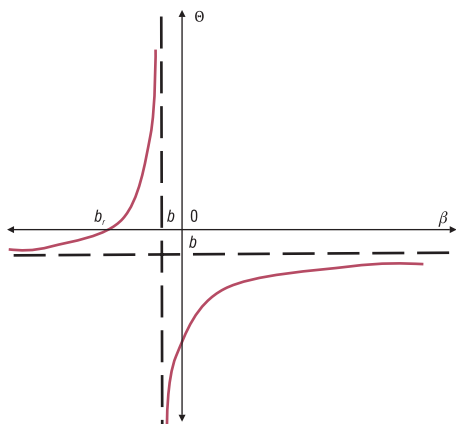
$$(\hat{\beta} - b)(\hat{\Theta} - b) = \left(\frac{b}{b_r - 1}\right) b * b_r, \tag{A11b}$$

De conformidad con el análisis realizado a partir del Gráfico A1, paneles A y B, la ecuación (A11) implica que si  $\Theta = \infty$  entonces  $\hat{\beta} = b$ . Igualmente, la ecuación (A11b) corrobora las deducciones realizadas con el Gráfico A2, paneles A y B, ya que para el caso  $\Theta = 0$  dicha ecuación implica  $\hat{\beta} = b_r$ .

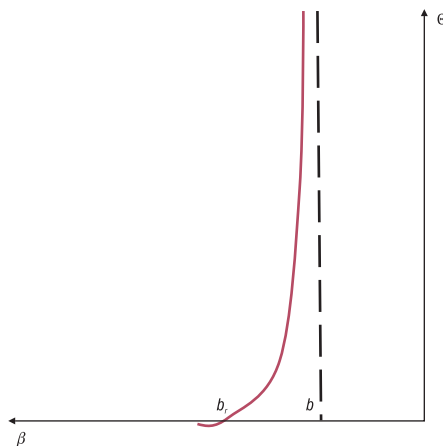
La ecuación (A11b) corresponde a una hipérbola que relaciona los valores estimados de la elasticidad de demanda de importaciones  $\hat{\beta}$  con los de la oferta  $\hat{\Theta}$ . La representación gráfica de dicha ecuación aparece en el Gráfico A4, paneles A y B. La teoría económica puede ser utilizada para restringir los valores de los parámetros; en particular, solo las estimaciones en las que  $\hat{\beta}$  es negativo y  $\hat{\Theta}$  es positivo tienen sentido económico. En el Gráfico A4, panel B, se presentan los valores de las elasticidades de oferta y de demanda de importaciones que son compatibles con la ecuación (A11b) y cumplen con las restricciones teóricas.

**Gráfico A1.4**  
**Hipérbola elasticidades**

**A. Sin restricciones**



**B. Restringida**



Fuente: elaboración propia.

## SOLUCIONES AL PROBLEMA DE IDENTIFICACIÓN DE LAS ELASTICIDADES DE OFERTA Y DE DEMANDA

A partir de las ecuaciones (A3) y (A4), se puede deducir la proporción del mercado que corresponde a cada variedad ( $s_{vt}$ ):

$$s_{vt} = \frac{P_{vt} m_{vt}}{\sum_{v \in It} P_{vt} m_{vt}} = \left( \frac{P_{vt}}{P_{mt}} \right)^{1-\sigma} b_{vt} \Leftrightarrow$$

$$\ln(s_{vt}) = -(\sigma - 1) \ln \left( \frac{P_{vt}}{P_{mt}} \right) + \ln(b_{vt}). \quad (A12)$$

El mismo procedimiento se aplica para la oferta de importaciones. A partir de la ecuación (A5) la oferta de importación de cada variedad como proporción del mercado por ese producto se expresa como:

$$P_{vt} = \left( \sum_{v \in It} (\eta_{vt})^{\frac{1}{\omega}} P_{vt}^{\frac{1+\omega}{\omega}} \right)^{\frac{\omega}{1+\omega}} (\eta_{vt})^{\frac{1}{1+\omega}} s_{vt}^{\frac{\omega}{1+\omega}} \Leftrightarrow$$

$$\ln(P_{vt}) = \frac{\omega}{1+\omega} \ln \left( \sum_{v \in It} (\eta_{vt})^{\frac{1}{\omega}} P_{vt}^{\frac{1+\omega}{\omega}} \right) + \frac{\omega}{1+\omega} \ln(s_{vt}) + \frac{\ln(\eta_{vt})}{1+\omega}, \quad (A13)$$

Aplicando a (A12) y (A13) el método de primeras diferencias descrito al comienzo de este anexo para deshacerse de los efectos fijos de tiempo y variedad, se obtiene el sistema de ecuaciones que representa la oferta y demanda de importaciones en términos de precios y participaciones en el mercado:

$$\tilde{s}_{vt} = \Delta \ln s_{vt} - \Delta \ln s_{kt} = -(\sigma - 1) \tilde{p}_{vt} + \tilde{\varepsilon}_{vt}, \quad (A14)$$

$$\tilde{p}_{vt} = \Delta \ln P_{vt} - \Delta \ln P_{kt} = \left( \frac{\omega}{1+\omega} \right) \tilde{s}_{vt} + \tilde{\zeta}_{vt}, \quad (A15)$$

donde  $\tilde{\zeta}_{vt} = (\Delta \ln(\eta_{vt}) - \Delta \ln(\eta_{kt})) / (1 + \omega)$ .

Despejando los choques no observables ( $\tilde{\varepsilon}_{vt}, \tilde{\zeta}_{vt}$ ) de las ecuaciones (A14) y (A15), y multiplicando y reorganizando términos, el sistema de dos ecuaciones se convierte en la ecuación estimable:

$$Y_{vt} = \theta_1 X_{1vt} + \theta_2 X_{2vt} + u_{vt}, \quad (A16)$$

donde  $Y_{vt} = (\tilde{p}_{vt})^2$ ,  $X_{1vt} = (\tilde{s}_{vt})^2$ ,  $X_{2vt} = (\tilde{p}_{vt})(\tilde{m}_{vt})$ ,  $u_{vt} = \left( \frac{\tilde{\varepsilon}_{vt} \tilde{\zeta}_{vt}}{\sigma - 1} \right)$ .

Los coeficientes  $\theta_1$  y  $\theta_2$  de la ecuación (16) son funciones no lineales de  $\sigma$  y  $\omega$  tal que:

$$\theta_1 = \frac{\rho}{(\sigma-1)^2(1-\rho)} = \frac{\omega}{(\sigma-1)(1-\omega)}, \quad (\text{A17a})$$

$$\theta_2 = \frac{2\rho-1}{(\sigma-1)(1-\rho)} = \frac{\omega}{1-\omega} - \frac{1}{\sigma-1}. \quad (\text{A17b})$$

donde  $\rho = \frac{\omega(\sigma-1)}{1+\omega\sigma}$ .

El promedio de la ecuación (A16) es igual a:

$$\bar{Y}_v = \theta_1 \bar{X}_{1v} + \theta_2 \bar{X}_{2v} + \bar{u}_v, \quad (\text{A16a})$$

donde  $\bar{Y}_v = \text{var}(\tilde{p}_{vt})$ ,  $\bar{X}_{1v} = \text{var}(\tilde{s}_{vt})$ ,  $\bar{X}_{2v} = \text{cov}(\tilde{p}_{vt}, \tilde{s}_{vt})$ .

Esta ecuación permite encontrar una nueva relación entre las elasticidades de oferta y demanda de importaciones, equivalente a la hipérbola de Leamer descrita en la ecuación (A11b). En efecto, si se divide la ecuación (A16a) por la varianza de los precios y se reacomoda términos, se obtiene una ecuación muy similar a la (A11b):

$$\left(\frac{b^s}{b_r^s} - 1\right) b^s * b_r^s = (\beta^s - b^s)(\Theta^s - b^s) + \bar{u}_v'.$$

donde  $b^s = \frac{\text{cov}(\tilde{p}_{vt}, \tilde{s}_{vt})}{\text{var}(\tilde{s}_{vt})}$ ,  $b_r^s = \frac{\text{var}(\tilde{p}_{vt})}{\text{cov}(\tilde{p}_{vt}, \tilde{s}_{vt})}$ ,  $\beta^s = 1 - \sigma$ ,  $\Theta^s = \frac{1+\omega}{\omega}$ .

## ANEXO 2

**Cuadro A1.1**  
**Elasticidades por CIUU**

CIU2	Elasticidad de demanda de importaciones		Inversa elasticidad de oferta de importaciones	
	Promedio simple	Promedio ponderado	Promedio simple	Promedio ponderado
0	2,8	2,0	0,7	0,9
1	7,9	2,9	2,6	0,3
2	3,5	3,1	1,3	1,1
3	7,8	6,1	3,6	4,0
6	2,7	2,7	1,8	0,5
8	2,4	2,4	-	-
9	3,5	3,3	1,1	1,9

CIU2	Elasticidad de demanda de importaciones		Inversa elasticidad de oferta de importaciones	
	Promedio simple	Promedio ponderado	Promedio simple	Promedio ponderado
0	2,8	2,0	0,7	0,9
11	8,1	2,9	2,9	0,3
12	4,6	11,0	0,8	0,3
13	10,0	3,8	2,3	9,1
21	1,3	1,3	-	-
22	2,2	2,2	0,2	0,3
23	8,7	5,6	0,4	0,5
29	2,9	2,7	1,5	1,3
31	8,4	20,5	2,4	0,9
32	9,7	6,9	12,6	20,8
33	4,1	3,1	2,2	1,3
34	6,3	5,0	4,6	1,1
35	7,2	3,9	1,9	0,9
36	5,7	2,7	5,4	14,2
37	7,7	4,9	2,3	0,9
38	7,6	6,0	2,0	4,8
39	10,3	7,2	1,2	1,2
61	2,7	2,7	1,8	0,5
83	2,4	2,4	-	-
94	2,9	3,0	1,0	2,1
95	4,3	5,4	1,3	0,5

Fuente: elaboración propia.