

**Universidad de los Andes  
Facultad de Economía  
Programa de Economía para Graduados – PEG**

**Tesis para optar al título de Magíster en Economía**

**“Estructura plana de aranceles: implicaciones en la  
economía colombiana”**

**Asesora: Clara Patricia Martín**

**Autor: Nelson Fabián Villarreal Rincón  
Código: 200429308**

**Bogotá D.C., enero de 2009**

**Resumen**

En este trabajo se busca hacer una evaluación cuantitativa de los efectos sobre la economía nacional de la adopción de un arancel plano y bajo para todos los bienes importados por Colombia por medio de un modelo de equilibrio general computable. Este modelo representa el funcionamiento de la economía colombiana desde un enfoque general, considerando sustitución imperfecta entre bienes domésticos y bienes importados, flexibilidad en los salarios, perfecta movilidad de factores y competencia perfecta en todos los sectores.

Los resultados de este trabajo dejan claro que los cambios unilaterales en la política comercial del país podrían llevar a ganancias modestas en términos de crecimiento económico, con mejoras en los términos de intercambio, el consumo, la cuenta corriente y el empleo total. A pesar de esto y de las experiencias relativamente positivas de algunos países latinoamericanos que han tomado un arancel plano como política comercial, el alto costo fiscal que genera esta medida podría hacerla inviable políticamente, aún a costa de su aparente efecto positivo en algunos sectores.

## 1. Introducción

Durante las últimas décadas, las barreras arancelarias sobre las importaciones han disminuido considerablemente. Cada vez más, las políticas comerciales de la mayoría de las economías se orientan hacia la reducción de sus aranceles –por lo menos en lo referente a los bienes no producidos por el país que los aplica– y hacia la implementación de barreras no arancelarias como las salvaguardias, las medidas anti-*dumping*, las cuotas de importación, los subsidios a la exportación y los requisitos de contenido u origen nacional.

Desde la perspectiva de la teoría del comercio internacional, el arancel es el instrumento más simple de política comercial utilizado por la gran mayoría de las economías abiertas del mundo. Sin embargo, este tipo de tributo distorsiona notablemente el costo de trasladar los bienes de un país a otro y esto se refleja en el precio que paga el consumidor final por el producto importado. Tradicionalmente, ha sido considerado, sobre todo en los inicios de su aplicación, como un simple ingreso para el gobierno que lo recauda. Mucho más recientemente, se le ha calificado y utilizado como instrumento de política comercial que protege aquellos sectores nacionales que son más sensibles a la competencia con los productos importados.

Sin embargo, actualmente la política comercial que predomina es la negociación de acuerdos de libre comercio bilaterales y multilaterales, la cual permite reducir el uso de los aranceles como instrumento de política y genera beneficios para las partes negociantes. A pesar del predominio de este tipo de acuerdos en la actualidad, su aplicación tarda varios años y puede generar expectativas erróneas en los agentes económicos y llevarlos a tomar decisiones equivocadas.

En el caso colombiano, aparte de los acuerdos de alcance parcial y de complementación económica que se han firmado con países latinoamericanos, se han negociado tratados de libre comercio bilaterales con Canadá, el Triángulo Norte de Centroamérica<sup>1</sup>, la Asociación Europea de Libre Comercio<sup>2</sup> y la Unión Europea. Así

---

<sup>1</sup> Compuesto por Guatemala, Honduras y El Salvador.

mismo, Colombia negoció un tratado de libre comercio con los Estados Unidos en el año 2004, tal y como lo hizo Perú. Este último tratado no ha sido aprobado por el Congreso de los Estados Unidos después de cerca de tres años de haber sido firmado, lo cual ha llenado de expectativas a los agentes económicos y hasta ahora nada ha cambiado.

Los acuerdos comerciales pueden causar enormes costos de transacción tanto monetarios como jurídicos para las partes negociadoras, así como generar expectativas erróneas en los agentes económicos debido al surgimiento de asimetrías de información, como ya se mencionó anteriormente. ¿No sería más conveniente entonces pensar en una política comercial unilateral que evite este tipo de dificultades y que permita enviar señales adecuadas a los agentes económicos para tomar decisiones apropiadas y generar efectos positivos sobre la economía?

En términos unilaterales, es claro que Colombia ha venido reduciendo sus tasas arancelarias desde el comienzo de la era aperturista en 1991. Sin embargo, siempre se han protegido algunos sectores sensibles y tradicionales de la economía nacional por medio de la imposición de altas tasas de arancel para los productos importados que podrían competir con sus productos y desfavorecerlos. Es decir, siempre ha existido un arancel diferencial de acuerdo al tipo de bien que se importa; sin embargo, debido a varios acuerdos de complementación económica y a acuerdos de alcance parcial negociados con países latinoamericanos, Colombia ha otorgado preferencias arancelarias a algunos productos provenientes de tales países, como es el caso de Honduras, Guatemala, El Salvador y Costa Rica.

La política arancelaria en Colombia ha presentado grandes falencias, relacionadas mayormente con altas tasas de arancel en materias primas y bienes de capital que podrían mejorar la capacidad productiva de las empresas nacionales, así como su estructura de costos. Así mismo, es posible que las tasas de arancel estén protegiendo sectores que no son sensibles sino poco competitivos. Este tipo de política comercial ha propiciado una búsqueda permanente de los grupos de interés económico por capturar rentas del Gobierno

---

<sup>2</sup> En inglés, *European Free Trade Association (EFTA)*, compuesta por Suiza, Noruega, Liechtenstein e Islandia.

a través del *lobby*, por medio de reducciones o diferimientos temporales en los aranceles de sus materias primas o de los bienes de capital necesarios para su producción. El costo institucional y administrativo de este tipo de medidas temporales hace que se generen pérdidas de eficiencia en la gestión pública y elevados costos fiscales, recursos que, en la mayoría de los casos, son apropiados por unos pocos grandes sectores productivos.

Apoyando esta evidencia, es posible argumentar que la existencia de aranceles diferenciados entre sectores produce una asignación ineficiente de los recursos económicos, ya que se alteran los precios relativos que enfrentan los productores y los consumidores de los bienes, incentivando a los productores del bien “protegido” a producir más de la cuenta y, por ende, a que se produzca una cantidad subóptima de otros bienes. Es decir, muchas veces se protegen sectores que no poseen ventajas comparativas a costa de reducir el bienestar de los consumidores de bienes importados y de dejar de destinar recursos productivos a actividades que sean realmente competitivas. En este orden de ideas, los consumidores, que deben pagar un precio más alto por el producto “protegido”, tienden a privarse de su consumo y a adquirir algún sustituto. El resultado es que el país entero pierde, porque no se aprovechan las ventajas comparativas al comerciar con otros países.<sup>3</sup>

Tal vez este tipo de efectos puedan llevar a un gobierno a considerar una política alternativa. La implementación de un arancel plano, por ejemplo, podría llevar a re-evaluar la protección a ciertos sectores económicos o los mecanismos de desgravación derivados de la negociación de tratados de libre comercio. Un arancel plano podría reducir las distorsiones en los precios relativos de los productos de sectores protegidos, aumentaría la eficiencia en la asignación de los recursos y generaría equidad en la explotación de ventajas comparativas. Así mismo, un arancel de este tipo en un nivel bajo crea la posibilidad de adquirir bienes intermedios y bienes de capital importados a bajo precio reduciendo los costos para la industria nacional, introduciendo mejoras tecnológicas en la producción y creando ventajas competitivas.

---

<sup>3</sup> “Rebaja de aranceles y agricultura”. *En: Temas públicos*, Libertad y Desarrollo, Santiago de Chile (julio 30 de 1998), No. 395.

En este orden de ideas, valdría la pena saber qué tan beneficioso sería modificar la estructura arancelaria del país moviéndose de una estructura diferencial a una plana en términos de bienestar económico y de una más eficiente asignación de los recursos. Por lo tanto, el propósito de este trabajo es la evaluación de los efectos causados sobre la economía nacional por la adopción de un arancel plano para todos los bienes importados por Colombia por medio de un modelo de equilibrio general computable, metodología que permite aproximarse a una cuantificación de los impactos sectoriales.

Los resultados de este trabajo parecen ambiguos pero dejan claro que los cambios unilaterales en la política comercial del país podrían llevar a pequeñas ganancias en el crecimiento económico, a mejoras en los flujos de comercio exterior, en el consumo, en la cuenta corriente y en la producción agrícola, manufacturera y minera. A pesar de esto, el alto costo fiscal que genera esta medida podría hacerla inviable políticamente, aún a costa de su aparente efecto positivo en algunas áreas.

El documento consta de siete partes, de las cuales esta introducción es la primera. La segunda parte presenta algunas experiencias internacionales y las principales hipótesis de este trabajo. La tercera parte contiene la revisión de la literatura relacionada con temas de política comercial; la cuarta presenta una breve descripción del comportamiento reciente de los aranceles y de las importaciones colombianas. La quinta parte, hace referencia a la metodología del equilibrio general computable y su aplicación en análisis de política comercial, así como a la descripción del modelo aplicado en el presente estudio. La sexta parte se dedica a presentar los resultados obtenidos a partir de la calibración de este modelo. Finalmente, la séptima parte está dedicada a exponer las conclusiones de este estudio.

## **2. Principales hipótesis**

Desde la perspectiva de los modelos económicos tradicionales de comercio (como el planteado por Heckscher y Ohlin)<sup>4</sup>, los aranceles tienen una relación negativa con las

---

<sup>4</sup> Ver Ohlin (1933).

importaciones, algo bastante lógico si se piensa en que los aranceles elevan el precio relativo de las importaciones con respecto a los bienes domésticos. Es decir, un arancel plano y bajo produciría un incremento en las importaciones, lo cual reduce las exportaciones netas y, a su vez, el nivel de producto de equilibrio de la economía, *ceteris paribus* por supuesto.

Otros efectos derivados de un aplanamiento de los aranceles y de una reducción en su nivel, según la teoría macroeconómica neoclásica, son reducciones en la producción –y en el empleo– de los sectores más sensibles (los productores de bienes con bajo valor agregado, en el caso colombiano), incrementos en la inversión, menor recaudo fiscal, unas exportaciones netas menores, un déficit mayor en cuenta corriente y un nivel general de precios más bajo.<sup>5</sup>

Con respecto a la evidencia empírica, pocos países han implementado un arancel plano en sus políticas comerciales. Actualmente existen países como los Emiratos Árabes que han acudido a un arancel virtualmente plano<sup>6</sup>, aunque sus efectos son difícilmente medibles por el tipo de economía que representa este país.<sup>7</sup> Así mismo, algunos países latinoamericanos han aplicado este tipo de medidas y han presentado mejoras en el desempeño de sus economías.

En el Perú, por ejemplo, desde principios de la década de los 90 se implementó un arancel único para el 81% de las partidas arancelarias. A mediados de 1995 se generó un debate respecto a la conveniencia de la continuidad de esta medida. Por supuesto, al interior del sector privado peruano existió una fuerte oposición frente a esta medida, basándose en la falta de equidad en la promoción de competencia entre el Perú y sus principales socios

---

<sup>5</sup> Sin embargo, el modelo presentado aquí es restrictivo en su cierre y puede que los efectos en la cuenta corriente y en la balanza comercial no sean muy evidentes.

<sup>6</sup> El emirato de Dubai impone una tarifa arancelaria del 5% sobre todos los bienes exceptuando los licores y el tabaco. De la misma manera, el emirato de Abu Dhabi impone una tarifa uniforme del 4% con excepciones similares a las impuestas por Dubai.

<sup>7</sup> La economía de los Emiratos Árabes se basa en la producción y exportación de petróleo y no depende tanto del comercio internacional, por lo menos en lo que a importaciones respecta. Por lo tanto, es posible que un arancel plano no tenga un impacto tan fuerte como sí lo tendría en una economía realmente integrada y abierta en términos comerciales (como Chile) o en una que dependa significativamente de su comercio con otros países (como Colombia).

comerciales. No obstante, el Gobierno peruano argumentó que las estructuras escalonadas de aranceles aplicadas antes de la década de los noventa provocaron ineficiencias al privilegiar sectores que no tenían ventajas comparativas, lo cual causó corrupción y pérdidas en el recaudo fiscal. Por esta razón, el Perú mantuvo dos tasas únicas de arancel de 15% y 25% hasta 1996 y las redujo en 1997 a niveles de 12% y 20%, respectivamente.<sup>8</sup>

Otro país que logró desarrollar su política aperturista mediante una tasa de arancel plano fue Chile, país que desde mediados de la década de los setenta se ha dedicado a mantener uniformidad en la dispersión de sus aranceles, hasta alcanzar actualmente un nivel plano del 6% en todos los productos de su universo arancelario, exceptuando cuatro productos agrícolas. La aplicación de estas políticas y la disciplina fiscal, entre otros factores, hicieron que Chile se convirtiera en el milagro latinoamericano, registrando entre mediados de los ochenta y finales de los noventa 13 años de continuo crecimiento económico a tasas anuales promedio del orden del 7%.<sup>9</sup>

Según Juan Carlos Echeverry, la adopción de un arancel plano en Colombia disminuiría las dispersiones arancelarias y reduciría la incertidumbre de los agentes. Echeverry sostiene que mediante la imposición de una medida de este tipo el costo fiscal estaría más que compensado por el impulso de los flujos de comercio; además, las remuneraciones al capital y al trabajo aumentarían y se produciría un crecimiento anual adicional en el PIB de 0,22 puntos porcentuales.<sup>10</sup>

Por su parte, Marques y Martínez (2000) argumentan que un arancel uniforme (y bajo) presenta cuatro ventajas: i) reduce las distorsiones en la asignación de los recursos por efecto de la protección desigual a los sectores; ii) beneficia a los consumidores y reduce el contrabando y la corrupción en las aduanas; iii) aumenta el grado de integración comercial

---

<sup>8</sup> Díaz *et al* (2000), pp. 8-9.

<sup>9</sup> Piñera, J. y Lukas, A. (1999), "Chile: Hacia un comercio más libre". Disponible en <http://www.elcato.org/node/1341/print>.

<sup>10</sup> "Bajar aranceles: el mejor momento". En: *Revista Dinero*, No. 292, julio 12 de 2007.

y reduce los tratamientos diferenciados a través de *lobby*; y, iv) contribuye a minimizar la desviación de comercio inherente a los tratados de libre comercio.<sup>11</sup>

Las experiencias internacionales revelan una posibilidad real para poder considerar la implementación de un arancel plano en una economía latinoamericana, aunque también es necesario evaluar la política comercial actual y la coyuntura económica. Por otra parte, la opinión de los analistas también permite considerar un arancel plano como una política que puede ser aplicada y que puede reportar mejores resultados que una política de aranceles diferenciales.

### **3. La literatura alrededor de los choques arancelarios**

Desde el siglo XVIII, Adam Smith y otros teóricos de la economía han defendido la idea del libre comercio como escenario en el cual se evitarían pérdidas de eficiencia asociadas con el proteccionismo y se obtendrían ganancias adicionales a causa de la eliminación de distorsiones en la producción y en el consumo.<sup>12</sup>

En la literatura internacional se encuentran numerosas aplicaciones de estudios en torno a este tema que obtienen diferentes resultados. De igual manera, las metodologías utilizadas son diversas y complejas en términos técnicos, aunque se evidencia una gran concentración en los modelos de equilibrio computables. Los modelos de equilibrio general, en particular, han permitido a los economistas desde hace varias décadas el tratamiento de numerosas variables económicas que provean explicación de los efectos que tienen unas sobre otras, tratando de caracterizar el complejo sistema económico en un solo marco de trabajo.

Metodologías alternativas han sido utilizadas también para el tratamiento de los choques sobre la política comercial de los países. Los modelos de equilibrio parcial han sido utilizados ampliamente en la literatura económica, aunque menos que los modelos que

---

<sup>11</sup> Marques, J.S. y Martínez, O. (2000), "Política comercial versus políticas sectoriales". Synthesis Consultores Internacionales. Publicado en *Diario de Hoy*, enero 11 de 2000, San Salvador, El Salvador.

<sup>12</sup> Krugman & Obstfeld (1999), p.178.



consideran una perspectiva general de la economía, debido a su limitada capacidad explicativa y a su escasa capacidad de inferencia. Aplicando este tipo de metodología, Gallarotti (1985) encuentra una relación inversa entre la actividad económica de un país y las variaciones arancelarias, lo cual lo lleva a concluir que los aranceles son sensibles al ciclo económico. Por lo tanto, Gallarotti hace pensar que puede que los aranceles no sean un instrumento de política comercial tan claramente establecido sino que pueden existir perturbaciones en su comportamiento. Es discutible la conclusión que halla Gallarotti pues no establece claramente el mecanismo de transmisión de los choques cíclicos a los aranceles.

Bajo el mismo marco de trabajo, Leith (1971) analiza los efectos de elasticidades de sustitución entre insumos extranjeros e insumos nacionales en presencia de aranceles y encuentra que, como intuitivamente se espera, existe un incremento en el precio relativo de los bienes importados con respecto a los nacionales al imponer un arancel.

Un enfoque práctico aunque limitado es el econométrico. Este tipo de modelos presenta, en ocasiones, una reducida capacidad de inferencia fuera del marco de efectos parciales, obviando los impactos de los cambios de cada variable endógena sobre las demás y concentrándose únicamente en su efecto sobre la variable dependiente. Edwards (1993) realiza una revisión profunda de diversos estudios econométricos multi-país concentrados en aperturismo, libre comercio y crecimiento económico en países en desarrollo. Edwards encuentra, en general, que las economías más abiertas crecen mucho más rápido que aquellas más cerradas, incluso en el largo plazo. Argumenta que la evidencia empírica sugiere que los países que más comercian con los demás parecen tener niveles menores de proteccionismo y un crecimiento de largo plazo mucho más acelerado y sostenido.

Otra recopilación comparativa es elaborada por Rodriguez & Rodrik (2000) quienes hacen una revisión de numerosos documentos escritos sobre el tema de la relación entre la política comercial y el crecimiento económico. Estos autores argumentan que según lo hallado en los trabajos que reseñan no es posible encontrar evidencia clara de que las

políticas comerciales abiertas –en el sentido de aranceles más bajos y menores barreras no-arancelarias– están significativamente asociadas con el crecimiento económico.

En términos de los trabajos basados en el enfoque de equilibrio general, Brock & Turnovsky (1993) hacen un interesante análisis en torno a los aranceles diferenciales.<sup>13</sup> Los autores encuentran dentro de sus resultados que la protección arancelaria parece generar beneficios de corto plazo en términos de crecimiento económico pero costos en el bienestar de largo plazo. Además, encuentran que el arancel óptimo es mayor que cero, como lo sugiere la mayoría de la literatura; es decir, desde el punto de vista del equilibrio general, podría no ser óptimo el libre comercio absoluto en cuanto a barreras arancelarias se refiere.

Por su parte, Roldos (1991) encuentra que un incremento permanente en los aranceles genera déficit en la cuenta corriente pues los sectores importadores “dosifican” el incremento del stock de capital a través del tiempo, mientras que un incremento temporal de los mismos tiene efectos ambiguos. Evans (1971) encuentra que factores como los cambios en precios relativos y la posibilidad de inversión son indispensables en un modelo de protección dentro de un enfoque de equilibrio general más no en uno de equilibrio parcial.

Yip (1995), por otra parte, encuentra que la implementación de un arancel induce una devaluación de la tasa de cambio del país que lo aplica, lo cual eleva las exportaciones netas y, a su vez, la producción. Sin embargo, los bienes extranjeros se encarecen al interior del país y presionan aumentos en la inflación.

El estudio más relevante para el tema que me ocupa en este trabajo es quizá el de Laens y Terra (2004), quienes elaboran un modelo de equilibrio general computable para estimar los efectos de la aplicación de diferentes tasas de arancel en los países del MERCOSUR. Los hallazgos de este trabajo revelan que al imponer distintas estructuras arancelarias para el bloque regional, aquella que aporta mayores ganancias en términos de aperturismo y eficiencia productiva a través del crecimiento del PIB es una estructura plana

---

<sup>13</sup> Concepto que se contrapone al de aranceles planos o uniformes.

para todos los países del MERCOSUR, dejando de lado la aplicación de estructuras escalonadas o de un arancel externo común. Además, el crecimiento en las exportaciones y en las importaciones es muy importante, siendo el de las primeras superior al de las segundas, de acuerdo con los resultados obtenidos. Las autoras resaltan que mientras más baja sea la tarifa aplicada en una estructura de arancel plano, mayores serán las ganancias en flujos de comercio y en eficiencia en la asignación de recursos.

A pesar de estos efectos positivos, Laens y Terra encuentran que una tarifa plana y baja refuerza el patrón de especialización de la producción agrícola en detrimento de los sectores manufactureros en todos los países del MERCOSUR; es decir, los efectos son positivos sobre la producción agrícola mientras que sobre las manufacturas se observan efectos negativos en todos los países del bloque. Este resultado no es favorable teniendo en cuenta las ventajas comparativas que tienen países como Argentina y Uruguay en los productos agrícolas y los problemas de acceso que estos tienen en países desarrollados.

Por su parte, estudios descriptivos como el de Dornbusch (1986) argumentan que llevar todos los aranceles de una economía a un nivel uniforme genera una liberalización parcial del comercio aunque muchas veces su impacto neto es equivalente al de una liberalización total del comercio, el cual causa un asignación de recursos más eficiente, unos costos de producción más bajos y evita el subconsumo de bienes importables.<sup>14</sup>

Para Colombia no existen estudios que se hayan dedicado a analizar los costos y beneficios de un arancel plano y mucho menos a intentar cuantificarlo. No obstante, se han realizado trabajos que examinan los efectos de las desgravaciones arancelarias, sobre todo en lo referente a negociaciones de acuerdos bilaterales por medio de modelos de equilibrio general.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Dornbusch (1986), pp.14-15.

<sup>15</sup> La mayoría de estos trabajos han sido realizados por la Dirección de Estudios Económicos del Departamento Nacional de Planeación. Entre otros, los más importantes son Gracia, J.O. y Hernández, G. (1997), "Estimación y calibración de sistemas flexibles de gasto", *Archivos de Economía*, No. 56, Departamento Nacional de Planeación; Arango, J.P., Gracia, O., Hernández, G. y Ramírez, J.M. (1997), "Un Modelo de Equilibrio General Computable con Competencia imperfecta para Colombia", *Archivos de Economía*, No. 59, Departamento Nacional de Planeación; Hernández, G., Soto, C., Prada, S. y Ramírez, J.M. (2000), "Exenciones tributarias: Costo fiscal y análisis de incidencia", *Archivos de Economía*, No. 141,

Martín y Ramírez (2005), por ejemplo, evalúan los efectos económicos de un acuerdo parcial de libre comercio entre Colombia y los Estados Unidos. La metodología utilizada para tal estudio considera los efectos sobre la economía colombiana en diversos escenarios y desde un enfoque de equilibrio general.

Martín y Ramírez encuentran que sus resultados dependen del grado en el cual se logran afectar las barreras no arancelarias vigentes en los Estados Unidos; una disminución en éstas tendría un efecto progresivo sobre la distribución del ingreso, dependiendo del alcance del acuerdo comercial. En particular, ponen en relieve que un tratado de libre comercio que mantenga las barreras no arancelarias vigentes sobre el sector agrícola en los Estados Unidos generaría un impacto negativo sobre los ingresos y el consumo de los trabajadores del campo y, de manera general, en el sector agrícola colombiano.

#### **4. Comportamiento reciente de los aranceles y las importaciones en Colombia**

Los porcentajes de arancel nominal aplicados al valor de las importaciones colombianas han mostrado un comportamiento creciente, en promedio, tanto en sus niveles simples como ponderados por el volumen del comercio con cada uno de los países de origen de las importaciones. Se observa que en el periodo 1991-1996, el promedio simple de la tasa impuesta por Colombia se ubicó en 11,5% mientras que el ponderado registró 10,4%. Entre 1997 y 2001, las tasas promedio simple y ponderado aumentan a 12,2% y 11% respectivamente, mientras que su incremento en el periodo 2002-2006 es mucho mayor, alcanzando 15,5% y 14,5%, respectivamente. (Ver **Cuadro No. 1**) La evolución de la tasa promedio de arancel nominal aplicada por Colombia a todos sus socios comerciales se presenta en la **Gráfico No. 1**.

---

Departamento Nacional de Planeación; Hernández, G., Prada, S. y Ramírez, J.M. (2001), "Impacto económico del programa de Desarrollo alternativo del Plan Colombia", *Archivos de Economía*, No. 148, Departamento Nacional de Planeación; Hernández, G., Soto, C., Prada, S. y Ramírez, J.M. (2000), "Exenciones tributarias: Costo fiscal y análisis de incidencia", *Archivos de Economía*, No. 141, Departamento Nacional de Planeación.

**Cuadro No. 1**  
**Arancel nominal aplicado por Colombia a sus principales socios comerciales,**  
**1991-2006**  
**(Porcentaje)**

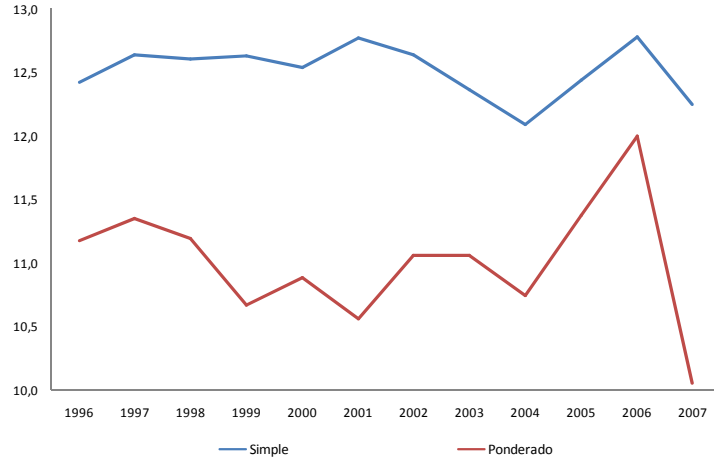
Origen de la importación	Promedio simple		
	1991-1996	1997-2001	2002-2006
Unión Europea	11.0	12.1	15.3
Estados Unidos	11.4	12.1	15.1
Venezuela	0.0	0.0	0.0
<b>Mundo</b>	<b>11.5</b>	<b>12.2</b>	<b>15.5</b>
	Promedio ponderado		
Unión Europea	9.3	9.2	12.0
Estados Unidos	9.5	9.2	11.5
Venezuela	0.0	0.0	0.0
<b>Mundo</b>	<b>10.4</b>	<b>11.0</b>	<b>14.5</b>

Fuente: United Nations Commodity Trade Database (Comtrade) basado en datos reportados por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Cálculos propios.

Al analizar la tasa promedio de arancel efectivamente pagado (valor recaudado sobre valor de la importación) se observa una gran diferencia con los datos presentados en el **Cuadro No. 1**. Esto, se explica porque no todos los productos gravados son efectivamente importados, es decir, existen productos con altas tasas de arancel reglamentado que sencillamente no son importados y, por tanto, se incluyen en el promedio de tasas nominales más no en el de recaudo arancelario efectivo. (Ver **Gráfico No. 2**) Es claro que las tasas nominales son una buena fuente de información sobre las fortalezas y debilidades de la producción y reflejan la estructura deseada de la protección, aún cuando estén lejos de igualar las efectivamente aplicadas.

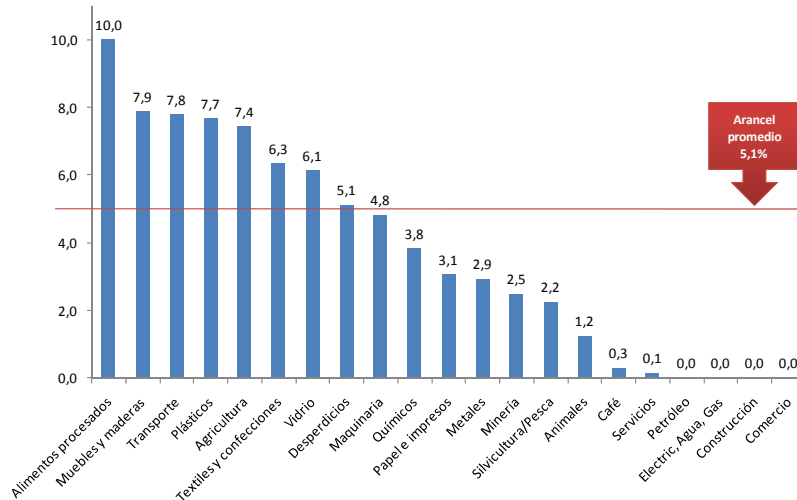
En el **Gráfico No. 2**, es posible observar el nivel de arancel efectivamente pagado por los productos importados por Colombia dentro de cada sector, clasificado por grandes actividades productivas. En artículos industriales, es evidente la gran concentración de aranceles altos en productos como alimentos procesados, muebles y maderas, equipo de transporte y plásticos, cuyas tasas impositivas se ubican entre 7,7% y 10%. Respecto al sector agrícola, los aranceles efectivamente pagados son comparables con aquellos de algunos sectores de la industria manufacturera.

**Gráfico No. 1**  
**Arancel nominal promedio aplicado por Colombia, 1991-2006**  
**(Porcentaje *ad valorem*)**



Fuente: Comtrade, cálculos propios.

**Gráfico No. 2**  
**Arancel efectivamente pagado aplicado por Colombia por sector, 2005**  
**(Porcentaje)**



Fuente: DANE, cálculos propios.

Esta distribución no es consistente con las tasas nominales –las cuales son más altas para los bienes primarios en el caso colombiano–, lo cual da cuenta de las alteraciones que se presentan en las liquidaciones de aduana. Esta situación genera asimetrías de información para los agentes económicos involucrados en el comercio de bienes, quienes toman sus decisiones basados en una tasa nominal aún cuando ésta no sea la efectivamente aplicada.

Por el lado de las importaciones colombianas, encontramos que durante la primera mitad de la década de los noventa, la evolución de las mismas registró una dinámica creciente sobre todo en lo referente a las provenientes de Ecuador y Venezuela, países con los cuales este flujo presentó incrementos entre 1991 y 1995 de 41,8% y 30,6%, respectivamente.<sup>16</sup> Así mismo, es evidente la dinámica evolución de las importaciones desde los Estados Unidos y la Unión Europea, orígenes que mantuvieron un comportamiento similar al del total importado (20,5%) en el mismo período. Es evidente, entonces, que el cambio de paradigma en el modelo de política comercial durante los años noventa contribuyó al notable aumento de los flujos de comercio hacia Colombia. (Ver Cuadro No. 2)

Durante la segunda parte de la década de los noventa, las importaciones colombianas muestran una evidente desaceleración y comienzan a caer, producto de la recesión, las altas tasas de interés que predominaban en el mercado colombiano y la devaluación persistente de la tasa de cambio. En este período, las caídas más profundas se presentan en las importaciones provenientes de Venezuela (-6,7%), la Unión Europea (-6,2%) y los Estados Unidos (-4,1%), países que proveen más del 57% de las importaciones colombianas, según cifras de las importaciones registradas entre 1991 y 2006.

**Cuadro No. 2**  
**Principales proveedores de importaciones colombianas**

País	Crecimiento exponencial			Participación 1991-2006
	1991-1995	1996-2000	2001-2006	
Estados Unidos	20.5	-4.1	7.6	32.7%
Unión Europea	18.6	-6.2	7.8	17.5%
Venezuela	30.6	-6.7	11.6	7.1%
Ecuador	41.8	-0.4	13.1	2.4%
Perú	0.9	3.2	20.1	1.3%
Resto del mundo	19.5	2.1	15.5	38.9%
<b>Total Importaciones</b>	<b>20.5</b>	<b>-2.4</b>	<b>11.6</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Comtrade, cálculos propios.

Finalmente, las importaciones mostraron nuevamente una dinámica creciente entre 2001 y 2006, aunque en menor medida que la observada entre 1991 y 1995. Vale la pena

<sup>16</sup> Las tasas de crecimiento presentadas en el cuadro No. 2 son anuales exponenciales, calculadas a partir de la fórmula  $\frac{\ln(\frac{M_t}{M_0})}{t}$  donde  $M_0$  es el valor de importación del año inicial,  $M_t$  el valor de importación del año final y  $t$  el número de años considerados en la muestra.

resaltar el elevado incremento en las importaciones provenientes del Perú (20,1%) y Ecuador (13,1%), evidenciando nuevamente la gran importancia que para Colombia representa el comercio transfronterizo con los demás miembros de la Comunidad Andina.

Como se puede apreciar en el **Cuadro No. 3**, los principales productos importados por Colombia son los relativos a la industria química, la maquinaria y el equipo de transporte, sectores que agrupan cerca del 60% del total importado por el país.

**Cuadro No. 3**  
**Principales productos importados por Colombia, 1991-2006**  
(Porcentaje)

Sector	Participación en el total (%)		
	1991-1995	1996-2000	2001-2006
Químicos y afines	21.0	21.3	22.0
Maquinaria, excepto la eléctrica	20.2	17.2	15.3
Equipo de transporte	11.1	8.6	11.2
Maquinaria eléctrica	9.3	11.4	10.0
Productos primarios de metal	7.6	5.9	6.8
Agricultura	4.6	6.2	5.9
Alimentos procesados	4.8	6.2	4.9
Instrumentos científicos y profesionales	3.5	4.0	3.4
Caucho y plásticos varios	1.9	2.9	3.1
Productos fabricados de metal	3.6	3.7	2.9
<i>Otros productos</i>	12.5	12.6	14.4
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Comtrade, cálculos propios.

## 5. Los modelos de equilibrio general y el análisis de política comercial

Los modelos de equilibrio general permiten examinar las tendencias y el impacto de diferentes políticas sobre la asignación de recursos, el mercado de factores productivos y la distribución del ingreso, entre otros bloques. Su principal ventaja sobre otras metodologías (como la econometría, por ejemplo) es que permiten capturar efectos generales mediante la imposición de mecanismos de transmisión claramente definidos a través de una estructura contable coherente de la economía de un país para un período determinado.



La metodología de este tipo de modelos está basada en un esquema de estática comparativa sobre la contabilidad de un país en un año determinado que permite integrar choques a las variables consideradas y analizar cuál sería su impacto sobre las demás variables incluidas en el modelo por medio de una re-calibración del mismo, es decir, una reasignación de los recursos entre las actividades productivas, las instituciones, los factores productivos y el resto del mundo.

Establecer relaciones dinámicas en el tiempo por medio de un modelo de equilibrio general dinámico determinístico o estocástico es interesante. Sin embargo, el acercamiento al tratamiento de datos en estos modelos es problemático y el tejido matemático es mucho más complicado. Además, un modelo dinámico no contiene la gran cantidad de información que admite un modelo estático y muchas veces puede llevar a análisis de equilibrio parcial más que de equilibrio general. Sin embargo, el carácter estático de los modelos de equilibrio general no permite una modelación adecuada de las decisiones dinámicas de inversión y ahorro de la economía, así como la estimación de la senda de crecimiento después de un choque no anticipado.

En la mayoría de las ocasiones, este tipo de modelos se estructura como un sistema de  $n$  ecuaciones con  $n$  variables y se calibra por medio de algoritmos de optimización o de complementariedad mixta con base en matrices de contabilidad social. “Una matriz de contabilidad social (MCS) es una forma organizada de transacciones económicas realizadas en una economía durante un período de tiempo determinado (...) En otras palabras, una MCS permite la visualización del flujo circular del dinero.” De esta manera, cuando “(...) la información contable ha sido organizada en una MCS balanceada, se obtiene una imagen estática que revela mucho sobre la estructura económica de un país.”<sup>17</sup>

La estructura utilizada para calibrar este modelo de equilibrio general se basa principalmente en los lineamientos de los modelos de equilibrio general estándar propuestos por Lofgren, Harris, Robinson *et al* (2002) y modificados por Daniel Vaughan en julio de 2005 para el Departamento Nacional de Planeación. Así mismo, este estudio se

---

<sup>17</sup> Corredor y Pardo (2008), p. 4.

basa parcialmente en modelos desarrollados por Hernández, Prada y Ramírez (2001) y Martín y Ramírez (2005).

El modelo de equilibrio general computable aplicado es de carácter walrasiano, imponiendo la condición de vaciamiento de mercados e introduciendo un componente de balance en las cuentas de ahorro e inversión que permite ajustar el modelo.<sup>18</sup> Existen relaciones de sustitución imperfecta entre bienes domésticos, exportados e importados. Estas sustituciones imperfectas permiten caracterizar dentro del modelo la existencia de productos diferenciados y de costos de transformación a través de funciones de transformación y bienes compuestos de tipo Armington.

Dentro del modelo, se consideran cuatro bloques de variables: bloque de precios, bloque de producción y comercio, bloque de instituciones y el bloque de restricciones del sistema. Cada grupo de variables se relaciona con los demás y forma una red de interdependencia que ayuda a establecer de manera precisa los efectos de los choques introducidos a raíz de la implementación de la estructura plana de aranceles. Este modelo es de carácter endógeno pues las modificaciones a la política comercial colombiana serán implementadas de manera unilateral y no como producto de una negociación o un acuerdo con otro país o bloque.

### **5.1. Descripción de la matriz de contabilidad social (MCS)**

El modelo considerado en este trabajo se basa en una MCS con datos de 2005 calculada y elaborada por la Dirección de Estudios Económicos del Departamento Nacional de Planeación con base en las cuentas nacionales del DANE para el año en mención. Los datos se encuentran clasificados en 60 sectores de acuerdo con la clasificación internacional

---

<sup>18</sup> El componente de balance en este caso es análogo al “rematador walrasiano”, el cual proporciona una justificación lógica dentro del tejido matemático del modelo, permite calcular el equilibrio en todos los mercados por medio del establecimiento de los precios relativos y garantiza que si de los  $n$  mercados analizados,  $n-1$  están en equilibrio, entonces el  $n$ -ésimo también lo estará. Este concepto junto con el precio numerario son la base de la teoría walrasiana sobre el equilibrio general y permiten cerrar este tipo de modelos, sobre todo aquellos que son resueltos mediante métodos diferentes a la optimización de sistemas de ecuaciones, como es el caso del aplicado en el presente trabajo, el cual utiliza un programa de complementariedad mixta.

de Sistemas de Cuentas Nacionales de la United Nations Statistics Division. Sin embargo, la estimación se realizará para 10 “macro-sectores” que agrupan los 60 sectores mencionados.

En los **Cuadros No. 4 y No. 5** se presenta la información resumida de las variables económicas principales para el año 2005, clasificada para los 10 sectores considerados en este estudio. Se tienen en cuenta la participación sectorial en la producción bruta, en el consumo intermedio, en la inversión y en los flujos de comercio exterior.

Con respecto a la producción bruta, la industria manufacturera participa con el 27% de la producción bruta para 2005, mientras que el sector de servicios representa el 26,7% del total producido. Los sectores comercio y agropecuario participan con el 11% y 9% de la producción total.

En términos del consumo intermedio, se observa que la industria manufacturera nuevamente ocupa el primer lugar en participación con un 46,6%, seguida de los servicios (18,2%) y las actividades agropecuarias (10,3%). Con respecto a la inversión, ésta se concentra principalmente en la industria manufacturera (105,8%) y la minería (17,3%).

**Cuadro No. 4**  
**Indicadores sectoriales MCS 2005**  
**(Millones de pesos)**

Sector	Producción	Consumo intermedio	Inversión	Exportaciones	Importaciones
Actividades agropecuarias	42,764,094	22,049,448	(378,503)	9,432,761	2,726,898
Comercio	51,946,142	6,296,506	-	242,070	246,883
Construcción	35,641,080	4,306,630	(482,142)	6,966	6,950
Electricidad, gas y agua	22,981,133	16,117,688	-	492,212	134,651
Industria manufacturera	127,830,465	99,777,790	2,617,440	28,713,971	54,256,049
Minería	23,505,507	7,613,160	427,416	18,391,628	447,558
Servicios financieros	50,372,173	32,769,768	-	1,154,117	3,423,921
Servicios comunales	42,443,483	6,198,970	289,538	377,948	390,932
Servicios del Gobierno	33,784,812	-	-	-	-
Transporte	41,756,362	19,137,709	-	2,560,405	2,073,502
<b>Total (Millones de pesos)</b>	<b>473,025,251</b>	<b>214,267,669</b>	<b>2,473,749</b>	<b>61,372,078</b>	<b>63,707,344</b>

Fuente: Cuentas Nacionales DANE, cálculos propios.

Por su parte, las exportaciones muestran una alta concentración en manufacturas, sector que representa el 46,8% de las exportaciones totales, mientras que los productos

minerales participan con el 30% y los productos agropecuarios con el 15,4%. Las importaciones presentan una composición muy similar pues se encuentran concentradas mayormente en manufacturas (85,2%), servicios (6%) y actividades agropecuarias (4,3%).

**Cuadro No. 5**  
**Indicadores sectoriales MCS 2005**  
**(Porcentaje de participación en el total)**

Sector	Producción	Consumo intermedio	Inversión	Exportaciones	Importaciones
Actividades agropecuarias	9.0	10.3	- 15.3	15.4	4.3
Comercio	11.0	2.9	-	0.4	0.4
Construcción	7.5	2.0	- 19.5	0.0	0.0
Electricidad, gas y agua	4.9	7.5	-	0.8	0.2
Industria manufacturera	27.0	46.6	105.8	46.8	85.2
Minería	5.0	3.6	17.3	30.0	0.7
Servicios financieros	10.6	15.3	-	1.9	5.4
Servicios comunales	9.0	2.9	11.7	0.6	0.6
Servicios del Gobierno	7.1	-	-	-	-
Transporte	8.8	8.9	-	4.2	3.3
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Cuentas Nacionales DANE, cálculos propios.

## 5.2. Descripción del modelo de equilibrio general computable

El modelo busca replicar y simular el funcionamiento de una economía que admite sustitución imperfecta entre los bienes domésticos, los bienes exportados y los bienes importados, así como entre el trabajo formal y el trabajo informal. Por lo tanto, se está asumiendo dentro de este esquema modelativo que existen productos diferenciados y costos de transformación en la producción y en el comercio.

Como se mencionó anteriormente, dentro del modelo se consideran varios bloques de variables: bloque de precios, bloque de producción y comercio, bloque de instituciones y el bloque de restricciones del sistema. A continuación se especifican las formas funcionales y la estructura del modelo<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> En el documento se presentará la estructura de cada uno de los bloques de manera superficial, identificando aquellas características principales dentro de cada uno. Para ver en detalle las ecuaciones y las variables utilizadas en el modelo, ver **Anexo 2**.

### *Bloque de precios*

El sistema de precios está compuesto por bloques de ecuaciones en las cuales los precios endógenos están relacionados con otros precios (endógenos y exógenos) y con otro tipo de variables.

Se especifican dentro de la estructura del modelo el precio de las importaciones, el precio de las exportaciones, el precio de demanda de los bienes domésticos no transables, la absorción<sup>20</sup>, el valor de producto transado, el precio por actividad productiva, el precio agregado del consumo intermedio, los ingresos y costos de la actividad productiva, el índice de precios al consumidor y el índice de precios al productor. (Ver **Anexo 2**, ecuaciones 1 a 10).

### *Bloque de producción y comercio*

La producción se encuentra estructurada por funciones de producción anidadas que combinan insumos entre sí, insumos y valor agregado, y la distribución de este último entre los factores de producción (capital y trabajo).

La combinación entre el consumo intermedio y el valor agregado, al igual que entre diferentes clases de insumos, se encuentra sujeta a una tecnología de elasticidad constante de sustitución (CES).<sup>21</sup> (Ver **Anexo 2**, ecuaciones 11 a 14).

A su vez, para cada actividad productiva, la cantidad de valor agregado es una función CES de las cantidades desagregadas de los factores productivos. Así mismo, la demanda de cada sector por factores productivos llega hasta donde el costo marginal de

---

<sup>20</sup> Este concepto hace referencia al gasto doméstico total en un determinado bien a precios de demanda interna.

<sup>21</sup> En el caso de los sectores que no utilizan insumos intermedios dentro de su producción, la tecnología se modela como una función de coeficientes fijos tipo Leontief. Este tipo de funciones puede hacer que los resultados después de un choque sobre la política económica no sean los esperados y restrinjan el análisis. Sin embargo, la conveniencia en la utilización de funciones de este tipo en el análisis de equilibrio general para Colombia es objeto de otro trabajo y no del presente.

cada uno de ellos se iguala al producto marginal del mismo. (Ver **Anexo 2**, ecuaciones 15 a 18).

La producción agregada puesta en el mercado por las actividades productivas se define mediante una función CES de las producciones individuales de cada actividad. Esta producción puede localizarse en el mercado local o en los mercados internacionales, razón por la cual es necesario incorporar un supuesto de sustituibilidad imperfecta entre las ventas domésticas y las exportaciones mediante una función de elasticidad de transformación constante (CET). (Ver **Anexo 2**, ecuaciones 19 a 23 y 27).

De la misma manera, existe sustituibilidad imperfecta entre los bienes importados y los bienes producidos domésticamente, la cual es capturada por una función CES en la cual los bienes compuestos que son ofrecidos domésticamente son producidos mediante bienes domésticos e importados que actúan como insumos.<sup>22</sup> (Ver **Anexo 2**, ecuaciones 24 a 26).

#### *Bloque de instituciones*

El ingreso de cada uno de los factores productivos, en el caso de este modelo el capital y los trabajos formal e informal, es distribuido entre las instituciones domésticas (Gobierno, hogares y firmas) en proporciones fijas después de descontar el pago de los impuestos directos a los factores productivos y las transferencias al resto del mundo. Estas transferencias son fijas, denominadas en moneda extranjera y transformadas en moneda local por medio de la tasa de cambio vigente.

Así mismo, las transferencias de recursos entre las instituciones domésticas no gubernamentales (firmas y hogares) son pagadas en proporciones fijas de los ingresos institucionales después de descontar impuestos directos y montos de ahorro. (Ver **Anexo 2**, ecuaciones 28 a 31). Con respecto a los hogares, ésta es la única institución no gubernamental que demanda bienes, razón por la cual el gasto en consumo es residual, es

---

<sup>22</sup> Este tipo de bienes compuestos modelados mediante una función CES fue propuesta por Armington (1969).

decir, lo que queda del ingreso de los hogares después de descontar impuestos, ahorros y transferencias a las firmas es destinado a la compra de bienes.

Se asume, además, que cada hogar maximiza una función de utilidad Stone-Geary<sup>23</sup> sujeto a una restricción de gasto en consumo; el valor correspondiente al consumo de subsistencia se fija en cero, con lo cual la función de utilidad del hogar representativo queda transformada en una Cobb-Douglas estándar. Las condiciones de primer orden resultantes de tal maximización se organizan en un sistema de gasto lineal (conocido en la literatura como Linear Expenditure System –LES-) dado que el gasto en cada uno de los bienes de la economía es lineal en el consumo. (Ver **Anexo 2**, ecuaciones 32 a 34).

La demanda por inversión es fija y exógena y se define como la cantidad del año base multiplicada por un factor de ajuste, el cual también se supone exógeno. De manera similar, el gasto del Gobierno es fijo y se supone exógeno, mientras que las rentas del Gobierno son la suma de los ingresos recibidos por impuestos y por transferencias de los factores productivos y del resto del mundo. Con estos ingresos, el Gobierno financia su gasto, el cual se divide en consumo y transferencias a las demás instituciones domésticas. (Ver **Anexo 2**, ecuaciones 35 a 38).

#### *Bloque de restricciones del sistema*

Con respecto al mercado de factores, se asume que la demanda de los mismos es flexible mientras que la oferta está fija, siendo la remuneración de cada uno de ellos la variable de ajuste. Por lo tanto, existe pleno empleo en la economía así como plena utilización de la capacidad instalada. Además, existe perfecta movilidad de factores entre las actividades productivas para garantizar que la ley de Walras se satisface en el mercado laboral. (Ver **Anexo 2**, ecuaciones 39, 40 y 45).

---

<sup>23</sup> Las funciones de utilidad tipo Stone-Geary toman la forma generalizada  $U = \sum_i (q_i - \gamma_i)^{\beta_i}$  donde  $U$  es la utilidad,  $q_i$  es el consumo del bien  $i$ , y  $\beta$  y  $\gamma$  son parámetros, siendo  $\gamma$  el consumo de subsistencia. Cuando éste último parámetro es igual a cero, la función de utilidad se convierte en una función generalizada de tipo Cobb-Douglas. Las funciones de tipo Stone-Geary son necesarias cuando el consumo de los hogares se modela como un sistema lineal de gasto o Linear Expenditure System –LES-, pues éste es derivado de las condiciones de primer orden de la función de utilidad.

Se supone que existe equilibrio en el balance de la cuenta corriente y que el ahorro externo es fijo. (Ver **Anexo 2**, ecuación 41). Por su parte, la tasa de cambio es de tipo flotante y sirve como variable de ajuste en el balance de cuenta corriente. En el caso del déficit comercial, éste se supone fijo también y las exportaciones e importaciones varían para ajustarse al mismo.

En cuanto al balance del Gobierno, se impone una igualdad entre sus ingresos y la suma de sus gastos y ahorros, por lo cual se supone que el Gobierno es capaz de financiar cualquier déficit fiscal para mantener dicha igualdad. (Ver **Anexo 2**, ecuación 42). Los valores de los impuestos directos son fijos para todas las instituciones y el ahorro del Gobierno es la variable endógena que genera el balance en las cuentas del Gobierno. (Ver **Anexo 2**, ecuaciones 43 y 44).

El ahorro total (suma del ahorro público, el ahorro privado y el ahorro externo) y la inversión total (suma de la formación bruta de capital fijo y la variación de existencias) son iguales. Dado que se supone que la propensión marginal a consumir de las instituciones domésticas no gubernamentales es flexible, ésta es la encargada de balancear la igualdad entre el ahorro y la inversión. (Ver **Anexo 2**, ecuación 45).

Por su parte, la absorción total se mide como el valor de la suma de las demandas finales internas, el cual se iguala al PIB más las importaciones menos las exportaciones. (Ver **Anexo 2**, ecuación 46 a 48).

Finalmente, dado que hasta este punto el modelo no está balanceado pues contiene una ecuación de más existen dos posibles soluciones: la primera generalmente es eliminar la ecuación de balance entre ahorro e inversión o la ecuación de balance de cuenta corriente, mientras que la segunda es incorporar una nueva variable. De esta manera, se optó por la segunda solución y se incorporó al balance de ahorro e inversión una variable denominada *WALRAS*, la cual deberá ser igual a cero para que exista un equilibrio único



dentro del modelo, es decir, para que se cumpla la ley de Walras en los cierres macroeconómicos. (Ver **Anexo 2**, ecuación 45 y nota al pie número 18).

### **5.3. Parámetros utilizados en la calibración**

Los parámetros relativos al consumo intermedio, la cuenta de capital, los ingresos laborales, los ingresos de capital y la tasa de ahorro de los hogares fueron provistos por la Dirección de Estudios Económicos del Departamento Nacional de Planeación, con base en datos calculados para documentos referentes al balance y cálculo de matrices de contabilidad social y a la estimación de modelos de equilibrio general computable<sup>24</sup>.

El **Cuadro No. 6** presenta las elasticidades utilizadas en la calibración del modelo, en lo referente a funciones de demanda de exportaciones y funciones de sustitución tipo Armington para bienes compuestos. Las elasticidades de las funciones CET de producción, por su parte, fueron las mismas utilizadas por el International Food Policy Research Institute –IFPRI-. Los resultados son muy sensibles a cambios en las elasticidades de sustitución y desafortunadamente se constituyen en la crítica más común a los modelos de equilibrio general computable.<sup>25</sup> No existe un consenso en la literatura sobre los valores óptimos de estas elasticidades y la manera más adecuada para estimarlas es mediante técnicas econométricas, aunque muchas veces la información es limitada.

En el caso de este trabajo, las elasticidades de exportación fueron estimadas por la Dirección de Estudios Económicos del Departamento Nacional de Planeación y presentan diferencias entre sectores, de acuerdo con la importancia de cada uno en las exportaciones nacionales; por esta razón, las elasticidades más altas se ubican en sectores tradicionales como el agrícola y el minero, mientras que la industria manufacturera y la de servicios presentan elasticidades más moderadas.<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> Ver Corredor (2007), y Corredor y Pardo (2008).

<sup>25</sup> En el **Anexo 1** se presenta un análisis de sensibilidad, dirigido a entender las diferencias que surgen entre simulaciones con diferentes elasticidades.

<sup>26</sup> Light y Rutherford (2002) elaboran su estudio con elasticidades de exportación iguales a 4 para todos los sectores, lo cual limita el análisis realizado en su documento. Es por esta razón principalmente que se tomaron en cuenta elasticidades diferentes pues la estructura de las exportaciones colombianas es particular. De igual

Por su parte, las elasticidades Armington fueron igualadas a 0,3 para todos los sectores que componen la economía del modelo. Estas elasticidades son estimadas por medio de técnicas econométricas y la mayor parte de la literatura dedicada al tema ha hecho énfasis en las elasticidades de largo plazo. Para Colombia, Lozano (2004) encuentra mediante un modelo de rezagos distribuidos las elasticidades Armington para 14 sectores de la economía colombiana, obteniendo resultados muy similares a los de Hernández (1998). En general, en estos trabajos se obtuvieron resultados de elasticidades Armington inferiores a la unidad y con un promedio de aproximadamente 0,5.

**Cuadro No. 6**  
**Elasticidades sectoriales, funciones CET de demanda de exportaciones y bienes compuestos Armington**

Sector	CET	Armington
Actividades agropecuarias	2.00	0.30
Comercio	0.50	0.30
Construcción	1.00	0.30
Electricidad, gas y agua	0.20	0.30
Industria manufacturera	1.80	0.30
Minería	3.00	0.30
Servicios financieros	0.75	0.30
Servicios comunales	0.75	0.30
Servicios del Gobierno	0.75	0.30
Transporte	0.30	0.30

Fuente: Departamento Nacional de Planeación.

Los resultados de Lozano (2004) son robustos por la metodología y la gran cantidad de datos utilizada<sup>27</sup> y son consistentes con las elasticidades utilizadas en el modelo que presento en este documento. Sin embargo, cabe anotar que estas estimaciones pueden arrojar valores tan bajos debido a que los modelos uni-ecuacionales de series de tiempo capturan los efectos de choques transitorios más no de los permanentes.<sup>28</sup>

---

manera, Light y Rutherford igualan las elasticidades Armington para todos los sectores en un valor de 4. (Ver **Anexo 1**)

<sup>27</sup> Primer trimestre de 1994 a cuarto trimestre de 2003.

<sup>28</sup> Lozano (2004), p. 18.

## 6. Un arancel plano para Colombia: un enfoque de equilibrio general

Tras presentar los datos utilizados, la estructura del modelo y sus parámetros estructurales a continuación se especifican los escenarios de simulación planteados dentro de este trabajo. Las simulaciones se llevaron a cabo en la plataforma GAMS del Banco Mundial, aplicando un algoritmo de solución de complementariedad mixta, el cual se denomina así pues existe una condición de complementariedad entre funciones y variables y una estructura mixta de igualdades y desigualdades.

El algoritmo de solución (GAMS/MCP) deja de lado el enfoque clásico del proceso de optimización y se enfoca en un método generalizado de programación no lineal que se soluciona mediante la satisfacción de las condiciones de primer orden de las funciones objetivo de acuerdo con los planteamientos teóricos de Kuhn, Karusch y Tucker, quienes proponen un método generalizado de multiplicadores de Lagrange para restricciones con desigualdad<sup>29</sup>.

Dado que la tasa de arancel efectivamente aplicado observada dentro de la SAM fue 5,12%, se plantearon tres escenarios de aplanamiento del arancel: uno promedio y dos inferiores a dicho promedio.<sup>30</sup>

***Escenario 1:*** Imposición del arancel promedio de la MCS 2005 (5,1%) sobre todos los bienes importados

***Escenario 2:*** Imposición de arancel del 4% sobre todos los bienes importados

***Escenario 3:*** Imposición de arancel del 2% sobre todos los bienes importados

---

<sup>29</sup> Existen muchos algoritmos de solución de modelos de equilibrio general que consideran métodos puros de optimización y casos particulares de programación no lineal, los cuales vienen programados en GAMS como “solvers”. Entre los más conocidos se encuentran GAMS/HERCULES, GAMS/MPSGE, GAMS/NLP y GAMS/MINOS, de los cuales estos dos últimos son los más utilizados actualmente junto con GAMS/MCP. Para mayor información sobre los “solvers” y el software GAMS, visite <http://www.gams.com>.

<sup>30</sup> Como se menciona en el párrafo, la tasa aplicada en el primer escenario corresponde a la tasa promedio efectivamente aplicada extraída de la MCS, aún cuando ésta no se considera en las decisiones de los agentes económicos como sí lo hace la tasa nominal. Sin embargo, dada la información contenida en la MCS, tener en cuenta la tasa nominal –la cual es más alta que la efectivamente pagada– introduciría un aumento en el recaudo arancelario sin considerar la real estructura de los datos utilizados. Sin embargo, sería interesante en otro trabajo implementar un escenario con un arancel más alto y con diferentes restricciones en los cierres del modelo.

## 6.1. Resultado de las simulaciones

En términos de los agregados macroeconómicos, el **Cuadro No. 7** presenta los efectos causados por el aplanamiento de la tarifa arancelaria sobre todos los bienes importados por Colombia. Es evidente que existen diferencias significativas entre escenarios y comentar tanto la dirección como la magnitud del cambio es importante. Al imponer un arancel plano del 5,1%, el producto interno bruto se mantiene invariable pues las caídas en el consumo privado (-0,01%), la inversión (-0,06%) y las exportaciones (-0,05%) se contrarrestan con el incremento del gasto público (0,02%) y la reducción de las importaciones (-0,04).

**Cuadro No. 7**  
**Efectos macroeconómicos a partir de la implementación de un arancel plano**  
(Porcentajes)

Agregados macroeconómicos	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
PIB	0.00	0.04	0.13
Consumo privado	-0.01	0.07	0.20
Inversión	-0.06	-0.06	-0.05
Consumo del Gobierno	0.02	0.18	0.47
Exportaciones	-0.05	0.24	0.77
Importaciones	-0.04	0.23	0.74

Cuando el arancel plano se reduce a 4%, los efectos sobre el PIB son positivos y se observa un modesto crecimiento de 0,04%; no obstante, la inversión se reduce en un 0,06%. A pesar de esto, el consumo privado se elevó en un 0,07%, el gasto público en 0,18% y las exportaciones e importaciones en 0,24% y 0,23%, respectivamente.

Finalmente, si el arancel se fija para todos los bienes en un nivel de 2%, el PIB se eleva en 0,13% a pesar de la reducción de la inversión (-0,05%). Por su parte, el incremento en el PIB fue impulsado por el consumo privado (0,2%), el gasto público (0,47%), las exportaciones (0,77%) y las importaciones (0,74%).

En términos del ahorro y la inversión, el **Cuadro No. 8** revela los efectos del choque arancelario sobre tales variables. Si el arancel plano se fija en 5,1%, el ahorro

público se eleva en un 1,17% mientras que el privado no cambia. La inversión, por su parte, se reduce en 0,06%.

**Cuadro No. 8**  
**Efectos de la implementación de un arancel plano sobre el ahorro y la inversión**  
**(Porcentajes)**

Ahorro e inversión	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Ahorro público	1.17	-9.15	-28.24
Ahorro privado	0.00	0.01	0.04
Inversión total	-0.06	-0.06	-0.05

Cuando el arancel plano establecido es de 4%, el ahorro público cae dramáticamente en 9,15% mientras que el ahorro privado se eleva levemente (0,01%) y la inversión se reduce nuevamente en 0,06%. Cuando el arancel generalizado es 2%, el ahorro público sufre un fuerte impacto negativo, reflejado en una contracción del 28,24%, mientras que tanto el ahorro privado como la inversión presentan comportamientos similares a los obtenidos en los dos escenarios anteriores. Lo anterior es consistente con la teoría pues es evidente que la reducción del arancel lleva a un recorte en los ingresos del Gobierno y, por ende, en su propensión a ahorrar.

En cuanto al impacto sectorial de la implementación de aranceles planos, inicialmente el **Cuadro No. 9** presenta los efectos sobre la producción bruta de cada sector. Cuando se implementa un arancel de 5,1%, se observa que los niveles de los sectores no transables se mantienen estables mientras que se presentan modestas disminuciones en los sectores transables.

Al implementar el arancel de 4%, vemos que los resultados varían sustancialmente en términos de la dirección de los cambios pues ahora la producción de todos los bienes se incrementa. Nuevamente, los sectores no transables se mantienen relativamente estables, mientras que el incremento más notable se da en la industria manufacturera (0,11%), seguida por las actividades agropecuarias (0,08%) y el sector del transporte (0,04%).

Cuando la tasa de arancel se fija en 2%, los efectos positivos sobre la producción son relativamente mayores que en los escenarios 1 y 2. La producción de bienes

manufacturados aumenta en un 0,33%, al igual que la de productos agropecuarios (0,27%) la de minería (0,14%) y la de bienes del transporte (0,08%).

**Cuadro No. 9**  
**Efectos de la implementación de un arancel plano sobre la producción sectorial**  
(Porcentajes)

Sector	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Agropecuario	-0.02	0.08	0.27
Comercio	0.00	0.02	0.06
Construcción	0.00	0.00	0.00
Electricidad, gas y agua	-0.01	0.01	0.05
Industria manufacturera	-0.02	0.11	0.33
Minería	-0.04	0.02	0.14
Servicios financieros	0.01	0.02	0.03
Servicios comunales	0.00	0.00	-0.01
Servicios del Gobierno	0.00	0.00	0.00
Transporte	0.01	0.04	0.08

La modificación en el comportamiento de las exportaciones por sector a causa del choque arancelario es muy importante y más evidente que la presentada en la producción y en las variables macroeconómicas. El **Cuadro No. 10** muestra que bajo un arancel plano de 5,1%, todos los sectores a excepción del agropecuario y el manufacturero reducen sus exportaciones, presentando tasas de crecimiento de 0,48% y 0,04%, respectivamente. Este efecto puede ser causado por un choque vía precios, mediante el cual se devalúa la tasa de cambio lo cual incentiva a los productores nacionales a exportar más.<sup>31</sup> Sin embargo, hay que admitir que las fuertes restricciones sobre los flujos de capitales, sobre la cuenta corriente y sobre la balanza comercial hacen que los efectos sobre las exportaciones y sobre las importaciones sean similares y distorsionen el análisis, por lo cual se recomienda tener en cuenta esto para interpretar mejor los resultados.

Los efectos más representativos se producen en bienes de la construcción (-1,52%), comercio, servicios públicos y servicios comunales, cada uno con un incremento del 1,51%, y en los servicios financieros (-1,48%).

<sup>31</sup> Esto será consistente más adelante con el incremento del precio de los bienes exportables.

Al examinar el segundo escenario de simulación, se observa que las variaciones en las exportaciones son mayores y los sectores agropecuario y manufacturero siguen siendo los únicos que presentan crecimientos positivos, con variaciones del 1,14% y 0,65%, respectivamente, tal vez por ser éstos los sectores con mayores tasas de arancel. Así mismo, las exportaciones se reducen en sectores como bienes de construcción, servicios y bienes de transporte, con contracciones de entre 0,85% y 1%.

El tercer escenario genera efectos positivos en las exportaciones de todos los sectores de la economía, siendo los más afectados el sector agropecuario (2,39%) y la industria manufacturera (1,77%) y la minería (0,78%).

**Cuadro No. 10**  
**Efectos de la implementación de un arancel plano sobre las exportaciones sectoriales**  
**(Porcentajes)**

<b>Cambios en las exportaciones del sector</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>
Agropecuario	0.48	1.14	2.39
Comercio	-1.51	-0.89	0.26
Construcción	-1.52	-0.95	0.11
Electricidad, gas y agua	-1.51	-0.87	0.32
Industria manufacturera	0.04	0.65	1.77
Minería	-1.20	-0.51	0.78
Servicios financieros	-1.48	-0.86	0.29
Servicios comunales	-1.51	-0.91	0.20
Transporte	-1.39	-0.78	0.35

El **Cuadro No. 11** muestra los efectos de los tres escenarios de aplanamiento del arancel sobre el monto de importaciones por sector. Al implementar el arancel promedio de 5,1%, es notable el deterioro en los montos de importación de todos los sectores considerados, aunque tales reducciones son modestas. Este deterioro se presenta pues existen sectores con menores tasas de arancel a las del promedio, lo cual eleva su precio relativo cuando se presenta el choque. En particular, los cambios más importantes se presentan en los servicios financieros (-0,13%) y la minería (-0,12%).

**Cuadro No. 11**  
**Efectos de la implementación de un arancel plano sobre las importaciones sectoriales**  
**(Porcentajes)**

Cambios en las importaciones del sector	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Agropecuario	-0.09	0.51	1.63
Comercio	-0.09	0.33	1.12
Construcción	-0.08	0.50	1.58
Electricidad, gas y agua	-0.08	0.30	0.99
Industria manufacturera	-0.09	0.72	2.21
Minería	-0.12	0.28	1.01
Servicios financieros	-0.13	0.28	1.04
Servicios comunales	-0.09	0.34	1.13
Transporte	-0.06	0.35	1.11

Al implementar un arancel plano más bajo (4%), las importaciones de todos los sectores aumentan y tales efectos se observan mayormente en la industria manufacturera (0,72%), el sector agropecuario (0,51%) y los bienes de la construcción (0,5%).

En el tercer escenario planteado en el ejercicio de simulación se observan mejoras en las importaciones con respecto al segundo escenario. Persisten las mayores tasas de variación en los sectores manufacturero, agropecuario y de construcción (2,21%, 1,63% y 1,58%, respectivamente) mientras que en los demás sectores se registran cambios menores aunque positivos. Estos efectos son consistentes con la teoría y los aumentos en las importaciones se presentan en los sectores transables básicamente.

En términos de los precios relativos, se observan en el **Cuadro No. 12** los efectos de cada escenario de modificación del arancel sobre estas variables. Es notable el deterioro de la tasa de cambio nominal, el cual afecta también el precio promedio de las exportaciones en el primer escenario (arancel plano de 5,1%) con una modesta reducción de 0,05%. El precio promedio de las importaciones, por su parte, se eleva en 3,54% con respecto al modelo base, lo cual explica el retroceso en los montos importados cuando se tiene en cuenta el primer escenario de desgravación.



**Cuadro No. 12**  
**Efectos de la implementación de un arancel plano sobre los precios**  
**(Porcentajes)**

Variaciones en los precios relativos	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Deflactor implícito del PIB	0.00	0.04	0.12
Tasa de cambio nominal	-0.05	0.28	0.90
Precio promedio de exportaciones	-0.05	0.28	0.90
Precio promedio de importaciones	3.54	2.80	1.44
Precio promedio de bienes domésticos	0.00	0.20	0.57

Por su parte, el segundo escenario muestra un crecimiento en todos los precios, siendo el más notable el precio promedio de las importaciones (2,8%). Finalmente, en el tercer escenario, el precio promedio de las importaciones aún aumenta con respecto al valor base aunque menos que en los anteriores escenarios, alcanzando un incremento de 1,44%, mientras los demás precios aumentan relativamente más que en el primer y segundo escenario.

Es evidente entonces que, a pesar de la reducción de los aranceles, los precios de las importaciones no se reducen sino que siempre presentan variaciones positivas, aunque se observa que cada vez que se reduce la tasa de arancel aplicado, el crecimiento en el precio de las importaciones es menor. Por otra parte, es extraño pensar que Colombia siendo un país con una economía pequeña pueda afectar el precio de sus exportaciones a partir de un choque unilateral sobre la política comercial como la imposición de un arancel plano. Sin embargo, este efecto es causado totalmente por las variaciones de la tasa de cambio que mantiene una relación directa con el precio de las ventas externas.

De este modo, es posible ver que el precio de las importaciones aumenta cuando se implementa cualquiera de los tres escenarios, aunque cada vez que la tasa de arancel se reduce, el aumento es menor, razón por la cual aumentan las importaciones como lo vimos anteriormente (ver **Cuadro No. 11**) y la producción; por lo tanto, el consumo también se eleva y es lo que se observa en los cuadros **No. 7** y **No. 9**, lo cual es coherente con lo que se espera desde la perspectiva teórica.

Sin embargo, vale la pena resaltar también que la tasa de cambio se devalúa en los escenarios con menor arancel y esto podría hacer que las importaciones no sean tan accesibles para los consumidores como en el primer escenario, el de menor desgravación y el que presenta una leve revaluación en la tasa de cambio.

Los efectos de las modificaciones al arancel sobre los ingresos de los factores productivos se presentan en el **Cuadro No. 13**. Los ingresos de los dos tipos de trabajo y del capital se reducen levemente cuando se implementa el arancel plano de 5,1%, mientras que la tendencia se revierte poco a poco a medida que se implementa un arancel más bajo, haciendo que las remuneraciones crezcan entre 0,27% y 0,35% con un arancel de 4%, y entre 0,82% y 1,07% con un arancel de 2%.

Por su parte, la renta del capital se reduce inicialmente 0,04% al introducir el arancel promedio de 5,1% sobre todas las importaciones, pero se incrementa cuando se introduce el arancel del 4% y aumenta aún más cuando el arancel se reduce hasta el 2%, alcanzando un crecimiento del 1,07%. Extrañamente, a la luz de los resultados, los efectos positivos de un arancel cada vez más bajo sobre todos los bienes son mucho más fuertes sobre el trabajo informal y sobre la renta del capital.

**Cuadro No. 13**  
**Efectos de la implementación de un arancel plano sobre los ingresos de los factores productivos**  
(Porcentajes)

Variaciones en los ingresos	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Empleo informal	-0.04	0.35	1.07
Empleo formal	-0.02	0.27	0.82
Capital	-0.04	0.35	1.07

Por último, uno de los temas más importantes es el análisis relativo a los efectos fiscales que producen las medidas consideradas en las simulaciones. El **Cuadro No. 14** presenta los resultados de las modificaciones arancelarias sobre las variables fiscales. Se puede observar que al implementar el arancel promedio de 5,1%, los impuestos totales aumentan en 0,13% (aproximadamente \$98.154 millones de pesos de 2008), mientras que

los impuestos sobre las importaciones aumentan en 3,24%. Por otra parte, los demás impuestos se mantienen relativamente estables.

Al implementar un arancel plano de 4%, el impacto sobre el recaudo de impuestos se vuelve negativo, mientras que los impuestos sobre las importaciones se reducen en un 18,53%. Al igual que el anterior escenario, los demás impuestos se mantienen relativamente estables, con variaciones positivas no superiores al 0,22%. En resumen, de acuerdo con este escenario, los ingresos totales del Gobierno se reducen en 0,81%, es decir, aproximadamente 592.848 millones de pesos de 2008. A pesar de que este costo fiscal es alto al compararlo con el presupuesto que el Consejo Superior de Política Fiscal del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (Confis) autoriza anualmente para diferimientos arancelarios temporales, el cual está actualmente sobre los 60 mil millones de pesos, se puede afirmar que es relativamente pequeño pues los costos institucionales de transacción para la solicitud de diferimientos son bastante altos<sup>32</sup>.

**Cuadro No. 14**  
**Efectos de la implementación de un arancel plano sobre variables fiscales**  
**(Porcentajes)**

<b>Variaciones en recaudo de impuestos</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>
Impuestos directos sobre las instituciones domésticas	-0.02	0.22	0.67
Impuestos sobre las importaciones	3.24	-18.53	-58.81
Impuestos indirectos sobre los ingresos sectoriales	-0.04	0.16	0.52
Impuestos indirectos sobre las ventas domésticas	0.00	0.08	0.22
Impuestos totales	0.13	-0.81	-2.56
<b>Costo fiscal estimado (1)</b>	<b>(98,154)</b>	<b>592,848</b>	<b>1,872,280</b>

(1) Estimado como el cambio en los impuestos totales multiplicado por los ingresos tributarios totales según la SAM 2005. Este costo fiscal fue convertido a millones de pesos de octubre de 2008 con datos del índice de precios al consumidor provistos por el DANE.

<sup>32</sup> El procedimiento para solicitar diferimientos arancelarios es el siguiente: (i) Presentar ante el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y ante el Comité de Asuntos Aduaneros, Arancelarios y de Comercio Exterior, lo siguiente: carta de presentación, justificación de la solicitud, descripción del producto, información de la compañía, reducción necesaria del arancel, escasez de oferta en la CAN, declaración de emergencia nacional, solicitud extraordinaria –si se requiere–, firma de solicitud y consideración final. (ii) Si todo lo anterior es cumplido, se presenta la solicitud para que el Comité de Asuntos Aduaneros, Arancelarios y de Comercio Exterior lo publique. (iii) Se deja a observación de terceros durante 10 días, para que se le aporten más documentos, si se considera necesario. (iv) La Secretaría Técnica del Comité da una respuesta positiva o negativa. (v) El Comité de Asuntos Aduaneros, Arancelarios y de Comercio Exterior dará recomendaciones al gobierno con respecto al tema, con el fin de tomar una decisión final.

Finalmente, en el tercer escenario de modificación del arancel, es aún más crítico el impacto sobre los impuestos a las importaciones (-58,81%), mientras que los demás impuestos se incrementan levemente hasta generar una reducción en los impuestos totales del 2,56%, equivalente a aproximadamente 1,87 billones de pesos de 2008.

Según estos resultados, en caso de que la importación de bienes de capital estuviese generando mejoras tecnológicas, el recaudo por impuestos directos aumentaría al reducirse el arancel. Sin embargo, el costo fiscal de reducir el arancel a los niveles mencionados es muy alto y tal vez tan sólo los primeros dos escenarios serían viables como medidas de política comercial.

Si se compara este costo fiscal con el que podría asumirse por desgravar totalmente tan sólo los bienes de capital que provienen de Estados Unidos (lo cual está considerado en el texto final del TLC), no habría tanta diferencia pues la medida considerada en el TLC con los Estados Unidos representa un costo cercano a los 500 mil millones de pesos.<sup>33</sup> Además, se debe tener en cuenta que el primer escenario arroja ganancias sobre el recaudo fiscal aún cuando el arancel que se aplica es el promedio observado.

## **7. Conclusiones**

El ejercicio de simulación desarrollado en este estudio fue elaborado para estimar y cuantificar los cambios en las principales variables económicas a raíz de la implementación de un arancel plano sobre todos los productos importados por Colombia, de acuerdo con la contabilidad nacional de 2005. Las interpretaciones teóricas y empíricas son diversas pero los resultados producidos por este trabajo permiten inferir varias afirmaciones.

La implementación de un arancel plano con un nivel cercano al promedio observado genera leves mejoras en el PIB, el consumo privado y público y los flujos de comercio

---

<sup>33</sup> Es necesario entender bienes de capital como los artículos que generan más valor agregado, es decir, la transformación de materias primas en materias primas más elaboradas o en productos finales. En este costo fiscal, también se incluye la desgravación de artículos relativos a las tecnologías de la información y la comunicación según cálculos de la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales –DIAN–.

internacional mientras que la inversión se reduce progresivamente a medida que el arancel se contrae. El impacto en el crecimiento del PIB es consistente con los hallazgos de Laens y Terra (2004), así como las mejoras en los flujos de comercio. El efecto sobre la inversión puede deberse a que, como lo sugiere la evidencia empírica en el Perú, muchas empresas nacionales y extranjeras se ven incentivadas a relocalizar sus inversiones en países que tengan niveles de protección diferentes para cada sector, privilegiando la explotación de ventajas comparativas.<sup>34</sup>

El impacto de la medida es progresivo en los flujos de comercio exterior agregados al imponer el arancel cercano al promedio. De igual manera, si se reduce el gravamen, los efectos sobre estos flujos siguen siendo positivos y aumentan, aunque el impacto sobre las exportaciones es un poco más alto que sobre las importaciones, nuevamente siendo consistente con el trabajo de Laens y Terra (2004).

La inversión se reduce y el ahorro público aumenta en el primer escenario. Sin embargo, aunque la inversión persiste en reducirse un poco, el ahorro público se revierte y cae profundamente en el tercer escenario. El ahorro privado, por su parte, se mantiene estable. Esto es sencillamente intuitivo en el caso del ahorro pues el costo fiscal de bajar la tarifa arancelaria reduce cada vez más la capacidad de ahorro del Gobierno en cada escenario.

La producción de los sectores tradicionales para la economía colombiana, productores de manufacturas, productos agropecuarios y minerales se contraen mínimamente tras la implementación del primer escenario. A partir del segundo escenario, estos mismos sectores presentan incrementos modestos, mientras que los sectores relativos a servicios, comercio y transporte se mantienen estables. Estos efectos son muy leves pero son más significativos en los sectores tradicionalmente exportadores, lo cual apoya la hipótesis de que una tasa de arancel plano en una economía productora de bienes primarios como la colombiana tiende a profundizar su patrón de especialización.<sup>35</sup>

---

<sup>34</sup> Centro de Investigación Parlamentaria (2003), "Política arancelaria e integración económica: ¿hacia dónde vamos en el Perú?", Versión Preliminar, Lima, Perú, p. 29.

<sup>35</sup> Ver Laens y Terra (2004), p. 20.

Las exportaciones se reducen en la gran mayoría de los sectores al implementar el arancel plano de 5,1%, a excepción de los sectores agropecuario y manufacturero. Sin embargo, las exportaciones de todos los sectores se incrementan notablemente al reducir cada vez más el arancel, aunque en los sectores tradicionalmente no transables el crecimiento no supera el 0,4% con respecto a las cifras base.

La implementación de un arancel plano afecta negativamente las importaciones de todos los sectores en el primer escenario, pues los precios de las mismas tienden a aumentar. Sin embargo, los efectos son positivos en el segundo escenario y son aún más profundos en el tercero, a causa tal vez de la disminución en el crecimiento del precio de las importaciones; los sectores agropecuario, manufacturero y de la construcción son los más beneficiados. En general, como la teoría lo predice, aranceles más bajos hacen que los efectos sean cada vez más positivos en las importaciones sectoriales.

La imposición de un arancel plano cercano al promedio de la economía induce una devaluación de la tasa de cambio y un alza en los precios de los bienes domésticos, de las exportaciones y de las importaciones. Sin embargo, niveles cada vez más bajos de arancel hacen que el precio de las importaciones sea más alto que en la base pero el incremento es cada vez menor, mientras el crecimiento en los demás precios relativos es cada vez mayor. Los incrementos en el precio de las exportaciones se deben fundamentalmente a las variaciones en la tasa de cambio pues el precio mundial está dado, debido a que Colombia es un país pequeño; estos incrementos en el precio de los bienes exportables es la causa fundamental del crecimiento de las exportaciones en cada escenario propuesto en las simulaciones.

Los ingresos del trabajo formal e informal y del capital reciben impactos negativos muy reducidos a partir de la implementación de aranceles del primer escenario. A partir del segundo escenario, las remuneraciones al trabajo y al capital aumentan y lo hacen aún más en el tercer escenario, aunque los efectos positivos de las medidas arancelarias son más

profundos en las remuneraciones al trabajo informal. Es evidente que estos efectos son consistentes con lo planteado por Echeverry (ver nota al pie número 10).

El recaudo fiscal proveniente de los impuestos directos se eleva al implementar un arancel plano bajo, aunque este efecto es contrarrestado por la gran reducción observada en el recaudo por impuestos sobre las importaciones. El costo fiscal de la implementación de un arancel plano es muy significativo pero depende notablemente de la tasa de arancel que se decida imponer.

En resumen, un arancel plano genera incrementos en los niveles de consumo tanto público como privado, aunque la inversión presenta leves retrocesos.<sup>36</sup> De igual manera, el PIB mantiene un comportamiento positivo y sus modestos incrementos son impulsados por el crecimiento de la producción bruta de sectores tradicionales de la economía colombiana como el agropecuario, el manufacturero, el minero y el de la construcción.

Por su parte, los incrementos en las exportaciones totales son mayores que los que se presentan en las importaciones totales, aunque el diferencial es muy estrecho. Este efecto se da a causa de que los precios tanto de las exportaciones como de las importaciones aumentan en cada escenario. En términos sectoriales, las exportaciones nuevamente muestran tasas de variación más altas que las de las importaciones, siendo los sectores tradicionales los que presentan incrementos más significativos.<sup>37</sup>

Por otro lado, el comportamiento del ahorro total está influenciado exclusivamente por el ahorro público, el cual se reduce dramáticamente a causa de las reducciones en el recaudo tributario. Por lo tanto, dados los supuestos del modelo, la inversión también se reduce con aranceles más bajos pues ésta se ajusta al ahorro. Un arancel plano, de este

---

<sup>36</sup> Debido a que la inversión no presenta grandes cambios, se podría pensar en que no hay una mejora tecnológica sustancial a partir de la implementación del arancel plano. Así mismo, se podría esperar que el capital no participe en mayor cuantía dentro de la producción a raíz del choque, por lo cual la utilización de coeficientes fijos en la producción es consistente en este marco analítico.

<sup>37</sup> Es evidente cómo los efectos sobre el crecimiento y sobre los flujos de comercio son consistentes nuevamente con lo planteado por Echeverry. (Ver nota al pie número 10).

modo, parece ser perjudicial para el balance de ahorro-inversión de Colombia y, por ende, para la balanza de pagos y la cuenta corriente.

Los precios de las importaciones aumentan con respecto a la base aunque cada vez menos cuando se reducen progresivamente los aranceles. Esto se debe a la devaluación de la tasa de cambio nominal, la cual también podría hacer que las importaciones no aumenten como se espera en un escenario de desgravación arancelaria. Sin embargo, a pesar de este aumento en el precio de las importaciones, es evidente que el consumo presenta una tendencia creciente al imponer un arancel generalizado en un nivel bajo.

Por otra parte, el empleo informal parece ser el más beneficiado por la imposición de aranceles planos cada vez más bajos, obteniendo crecimientos en sus remuneraciones similares a aquellos registrados por la renta del capital.

Por último, el Gobierno es definitivamente el más perjudicado en términos de sus ingresos con la implementación de este tipo de medidas. Los impuestos directos alcanzan a recaudar más en presencia de un arancel plano reducido, producto tal vez del mejoramiento tecnológico en la producción que genera la mayor importación de bienes de consumo intermedio para las firmas, así como los efectos positivos sobre las remuneraciones a los factores productivos. Sin embargo, este efecto positivo se contrarresta con el descenso del recaudo por concepto de impuestos sobre las importaciones, reducción que produce en total un costo fiscal aproximado de entre \$0,1 y \$1,8 billones, dependiendo del escenario de desgravación, a pesar de que el primer escenario es optimista y reporta ganancias en el recaudo fiscal de cerca de \$0,1 billones.

Los resultados de este trabajo parecen ser muy leves en la mayoría de las variables, a excepción de las variables relativas al Gobierno, pero dejan claro que los cambios unilaterales en la política comercial del país podrían llevar a un crecimiento económico positivo aunque modesto, pero con mejoras en el consumo, el gasto público, las exportaciones e importaciones sectoriales, la producción bruta de sectores tradicionales, las remuneraciones a los factores y el recaudo por concepto de impuestos directos. Hay que



tener en cuenta, por supuesto, que Colombia ya presenta aranceles bajos y que reducirlos podría no generar los efectos esperados.

Por su parte, el alto costo fiscal que genera esta medida (por lo menos en los escenarios simulados con las tasas de arancel de 4% y 2%) podría hacerla inviable políticamente, aún a costa de su aparente efecto positivo en algunas áreas. Sería interesante, entonces, si el Gobierno Nacional permitiera imponer alguna medida de este estilo y asumiera un costo fiscal determinado para satisfacer la demanda interna con bienes importados más accesibles a los consumidores, como lo han hecho otros países de la región tales como Perú y Chile, los cuales muestran altas mejoras en productividad y competitividad, un crecimiento económico sostenido y una política comercial que tiende al libre comercio y a la reducción de la dispersión en las tarifas arancelarias, lo cual minimiza las distorsiones causadas sobre los precios relativos.

Es necesario clarificar que los costos de transacción, monetarios o no monetarios, de un acuerdo comercial bilateral son altos y, en resumidas cuentas, a veces éste no logra implementarse en el corto plazo y causa distorsiones en la formación de expectativas de los agentes e incertidumbre sobre el comportamiento de largo plazo de la economía. Así mismo, puede generar efectos negativos relacionados con la desviación de comercio. No obstante, este tipo de acuerdos promueven la exportación de productos nacionales, así como ventajas en temas diferentes al acceso a mercados (inversión, compras públicas, comercio de servicios, propiedad intelectual, entre otros), por lo cual un cambio en la política comercial como el planteado por este documento no es totalmente comparable con políticas unilaterales.

Las críticas a los modelos de equilibrio general computable son múltiples, por lo cual estos resultados deben interpretarse con cuidado pues son sensibles al cambio en los parámetros y datos utilizados y a las características del modelo; sin embargo, son válidos para entender la reasignación de recursos entre los agentes y la movilidad de los factores de producción que se generan a partir de los choques sobre los aranceles. Además, en su gran mayoría, son consistentes con un buen desempeño económico y con lo hallado en

experiencias internacionales, aunque no tanto con lo predicho por la teoría macroeconómica neoclásica, por ejemplo.

## **8. Fuentes bibliográficas**

Armington, P. (1969). "A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production". *IMF Staff Papers* 16(1), 159-178.

Brock, P. y Turnovsky, S. (1993), "The Growth and Welfare Consequences of Differential Tariffs". *International Economic Review*, Vol. 34, No. 4, pp. 765-794.

Corredor, D. y Pardo, O. (2008), "Matrices de Contabilidad Social 2003, 2004 y 2005 para Colombia". *Archivos de Economía*, No. 339, Departamento Nacional de Planeación, febrero 29.

Díaz, J.J., Saavedra, J. y Torero, M. (2000), "Liberalización de la Balanza de Pagos: Efectos sobre el Crecimiento, el Empleo y Desigualdad y Pobreza, El caso de Perú", PNUD – Grupo de Análisis para el Desarrollo: Lima, Perú.

Dollar, D. (1992), "Outward-Oriented Developing Economies Really Do Grow More Rapidly: Evidence from 95 LDCs, 1976-85". *Economic Development and Cultural Change*, pp. 523-544.

Dornbusch, R. (1986), "Los costos y beneficios de la integración económica regional". *Integración Latinoamericana*, No. 113, BID-INTAL, pp. 13-26.

Edwards, S. (1993), "Openness, Trade Liberalization, and Growth in Developing Countries". *Journal of Economic Literature*, Vol. 31, No. 3, pp. 1358-1393.

\_\_\_\_\_ (1997), "Openness, productivity and growth: what do we really know?". *NBER Working paper*, No. 5978.

Evans, H.D. (1971), "Effects of Protection in a General Equilibrium Framework". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 53, No. 2, pp. 147-156.

Gallarotti, G. (1985), "Toward a Business-Cycle Model of Tariffs". *International Organization*, Vol. 39, No. 1, pp. 155-187.

Harrod, R. F. (1966), *Hacia una economía dinámica: algunos desarrollos recientes de la teoría económica y su aplicación a la política económica*, Ed. Tecnos: Madrid.

Hernández, G. (1998), "Elasticidades de sustitución de las importaciones para la economía colombiana", *Archivos de Economía*, No. 88, Departamento Nacional de Planeación.

\_\_\_\_\_, Prada, S., y Ramírez, J.M. (2001). "Impacto Económico del programa de Desarrollo Alternativo del Plan Colombia". *Archivos de Economía*, No. 148, Departamento Nacional de Planeación.

Krugman, P. y Obstfeld, M. (1999), *Economía Internacional: teoría y política*, 4 ed., McGraw Hill.

Laens, S. y Terra, M. I. (2004), "MERCOSUR: asymmetries and strengthening of the Customs Union. Options for the Common External Tariff". Presentado en: *Profundización del MERCOSUR y el desafío de las disparidades*, Banco Interamericano de Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil, julio 6-7 de 2005.

Lee, J. (1994), "Capital goods imports and long run growth". *NBER working paper*, No. 4725.

Leith, J.C. (1971), "The Effects of Tariffs on Production, Consumption, and Trade: A Revised Analysis". *The American Economic Review*, Vol. 61, No. 1, pp. 74-81.

Light, M. y Rutherford, T. (2002), "A general equilibrium model for tax policy analysis in Colombia: The MEGATAX Model". Mimeo. DNP.

Lofgren, H., Harris, R.L., Robinson, S. with assistance from Thomas M. and El-Said, M., *A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS*, Microcomputers in Policy Research, Vol. 5. Washington, D.C.: IFPRI.

Lozano K., C. (2004), "Elasticidades de Sustitución Armington para Colombia", *Archivos de Economía*, No. 271, Departamento Nacional de Planeación.

Martín, C.P. y Ramírez, J.M. (2005), “El Impacto Económico de un Acuerdo Parcial de Libre Comercio entre Colombia y Estados Unidos”. *Borradores de Economía*, No. 326, Banco de la República.

Melitz, M.J. (2002), “The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity”. *NBER working paper*, No. 8881.

O’Ryan, R., De Miguel, C. y Miller, S., “Ensayo sobre Equilibrio General Computable: Teoría y Aplicaciones”. Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile (CONAMA), Banco Mundial, Universidad de Chile: Santiago.

Ohlin, B. (1933), *Interregional and international trade*, Harvard University Press: Cambridge.

Rebelo, S. (1991), “Long run policy analysis and long run growth”. *Journal of Political Economy* 99, No. 3.

Rodriguez, F. y Rodrik, D. (2000), “Trade policy and economic growth: A skeptic’s guide to the cross-national evidence”. *Working paper*, University of Maryland – Harvard University.

Roldos, J.E. (1991), “Tariffs, Investment and the Current Account”. *International Economic Review*, Vol. 32, No. 1, pp. 175-194.

Srinivasan, T. N. y Bhagwati, J. (1999), “Outward-Oriented and Development: Are Revisionists Right?”. *Center Discussion Paper No. 806, Economic Growth Center, Yale University*.

Yip, C.K. (1995), “The Macroeconomic Dynamics of Tariffs: A Symmetric Two-Country Analysis”. *Southern Economic Journal*, Vol. 61, No. 4, pp. 1006-1019.

**ANEXO 1**  
**ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, ELASTICIDADES CET DE**  
**DEMANDA DE EXPORTACIONES Y ARMINGTON ALTAS**  
**(Light y Rutherford, 2002)**

	Valor Base (miles de millones de pesos de 2005)	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
PIB real	254,714	0.01	0.08	0.21
Consumo privado	179,442	0.02	0.14	0.37
Inversión	56,830	-0.15	-0.14	-0.12
Consumo del Gobierno	48,902	-0.01	0.12	0.38
Exportaciones	61,372	-0.41	0.65	2.64
Importaciones	63,707	-0.39	0.63	2.54
Precio de las exportaciones	1	-0.24	0.51	1.91
Precio de las importaciones	1	4.85	4.53	3.95
Tasa de cambio nominal	1	-0.24	0.51	1.91
Salarios (trabajo formal)	76,076	0.08	0.36	0.87
Salarios (trabajo informal)	80,712	-0.28	0.13	0.89
Renta de capital	97,925	0.19	0.61	1.40
Impuestos totales	62,050	0.09	-0.78	-2.46
<b>Costo fiscal estimado (1)</b>		<b>(66,822)</b>	<b>572,968</b>	<b>1,801,567</b>

(1) Estimado como el cambio en los impuestos totales multiplicado por los ingresos tributarios totales según la SAM 2005. Este costo fiscal fue convertido a millones de pesos de octubre de 2008 con datos del índice de precios al consumidor provistos por el DANE.

Al utilizar las altas elasticidades presentadas por Light y Rutherford en su trabajo de 2002 en las funciones de demanda de exportaciones y de bienes compuestos Armington, se encuentra que los efectos sobre las principales variables, tanto positivos como negativos, son mayores que en la simulación original exceptuando el consumo del gobierno, las remuneraciones al trabajo informal y el costo fiscal estimado del aplanamiento de los aranceles, el cual se reduce en una leve proporción bajo este nuevo esquema.

Estos efectos pueden estar atados a la más alta elasticidad de los flujos de comercio planteada en este análisis de sensibilidad y a que no se está diferenciando el valor de las elasticidades para cada sector. Los valores utilizados por Light y Rutherford pueden sesgar el análisis y hacerlo limitado, dada la particular estructura productiva y exportadora del país. Además, los valores utilizados por estos autores no son consistentes con las estimaciones halladas en trabajos realizados sobre el tema.

## ANEXO 2

# DECLARACIÓN MATEMÁTICA DEL MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE PARA SIMULAR UNA ESTRUCTURA PLANA DE ARANCELES EN COLOMBIA

El modelo de equilibrio general computable es sencillamente un sistema de ecuaciones simultáneas y no lineales. Para alcanzar un equilibrio único dentro de la estructura del modelo, es necesario (pero no suficiente) que el número de variables sea igual al número de ecuaciones, es decir, que el modelo sea cuadrado. A continuación, se especifica el modelo por bloques: precios, producción y comercio, instituciones y restricciones del sistema.

Es necesario entender que la descripción de cada variable se hará únicamente cuando ésta aparezca por primera vez y que para facilitar el entendimiento de la notación hay que tener en cuenta que las cantidades de factores y de bienes comienzan con una  $q$ , los precios comienzan con una  $p$  y los precios de los factores con una  $w$ .

Asimismo, las variables exógenas se denominan con letras latinas mayúsculas con una barra encima, mientras que las endógenas se denominarán igual aunque sin la barra. Por su parte, los parámetros se presentan como letras latinas minúsculas (con o sin barra superior) o letras griegas minúsculas (con o sin superíndices). Finalmente, los índices de los conjuntos se presentan como letras latinas minúsculas como subíndices de las variables y los parámetros.

## Bloque de precios

*Precio de las importaciones*

$$PM_c = pwm_c \cdot (1 + tm_c) \cdot EXR + \sum_{c' \in CT} PQ_{c'} \cdot icm_{c'c}; \quad c \in CM \quad (1)$$

donde:

$c \in \mathcal{C}$	=	Conjunto de bienes, definido también como $c'$ y $C'$
$c \in CM (\subset \mathcal{C})$	=	Conjunto de bienes importados
$c \in CT (\subset \mathcal{C})$	=	Conjunto de insumos comerciados internamente
$PM_c$	=	Precio de las importaciones que incluye los costos de transacción (en pesos)
$pwm_c$	=	Precio CIF de las importaciones (en dólares)
$tm_c$	=	Tasa de arancel
$EXR$	=	Tasa de cambio, pesos por dólar
$PQ_c$	=	Precio del bien compuesto (incluye impuesto a las ventas y costos de transacción)
$icm_{c'c}$	=	Cantidad del bien $c'$ como insumo por unidad importada de $c$

*Precio de las exportaciones*

$$PE_c = pwe_c \cdot (1 + te_c) \cdot EXR + \sum_{c' \in CT} PQ_{c'} \cdot ice_{c'c}; \quad c \in CE \quad (2)$$

donde:

$c \in CE (\subset C)$	=	Conjunto de bienes exportados (con producción doméstica)
$PE_c$	=	Precio de las exportaciones (en pesos)
$pwe_c$	=	Precio FOB de las exportaciones (en dólares)
$te_c$	=	Tasa impositiva sobre las exportaciones
$ice_{c'c}$	=	Cantidad del bien $c'$ como insumo por unidad exportada de $c$

*Precio de demanda de los bienes domésticos no transados*

$$PDD_c = PDS_c + \sum_{c' \in CT} PQ_{c'} \cdot icd_{c'c}; c \in CD \quad (3)$$

donde:

$c \in CD (\subset C)$	=	Conjunto de bienes domésticos en el mercado interno
$PDD_c$	=	Precio de demanda de bienes producidos y vendidos domésticamente
$PDS_c$	=	Precio de oferta de bienes producidos y vendidos domésticamente
$icd_{c'c}$	=	Cantidad del bien $c'$ como insumo por unidad de $c$ producida y vendida internamente

*Absorción*

$$PQ_c \cdot (1 + tq_c) \cdot QQ_c = PDD_c \cdot QD_c + PM_c \cdot QM_c; c \in (CD \cup CM) \quad (4)$$

donde:

$QQ_c$	=	Cantidad de bienes ofrecidos en el mercado doméstico (oferta compuesta)
$QD_c$	=	Cantidad de producto interno vendido domésticamente
$QM_c$	=	Cantidad importada del producto
$tq_c$	=	Tasa de impuesto sobre las ventas

*Valor de productos en el mercado*

$$PX_c \cdot QX_c = PDS_c \cdot QD_c + PE_c \cdot QE_c; c \in CX \quad (5)$$

donde:

$PX_c$	=	Precio agregado al productor para cada bien
$QX_c$	=	Cantidad de producto interno en el mercado doméstico
$QE_c$	=	Cantidad de exportaciones
$c \in CX (\subset C)$	=	Conjunto de bienes con producción doméstica

*Precio de las actividades productivas*

$$PA_a = \sum_{c \in C} PXAC_{a,c} \cdot \theta_{a,c}; a \in A \quad (6)$$

donde:

$PA_a$	=	Precio de la actividad (renta bruta por unidad de actividad)
$PXAC_{a,c}$	=	Precio al productor del bien $c$ para la actividad $a$

$$\begin{aligned} \theta_{a,c} &= \text{Ingresos de la actividad } a \text{ por vender una unidad del producto } c \\ a \in A &= \text{Conjunto de actividades de la economía} \end{aligned}$$

*Precio del consumo intermedio agregado*

$$PINTA_a = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot ica_{c,a}; \quad a \in A \quad (7)$$

donde:

$$\begin{aligned} PINTA_a &= \text{Precio del consumo intermedio agregado para la actividad } a \\ ica_{c,a} &= \text{Cantidad de } c \text{ por unidad de consumo intermedio agregado de } a \end{aligned}$$

*Rentas y costos de las actividades productivas*

$$PA_a \cdot (1 - ta_a) \cdot QA_a = PVA_a \cdot QVA_a + PINTA_a \cdot QINTA_a; \quad a \in A \quad (8)$$

donde:

$$\begin{aligned} ta_a &= \text{Tasa impositiva por actividad} \\ QA_a &= \text{Cantidad (nivel) de la actividad} \\ QVA_a &= \text{Cantidad de valor agregado} \\ QINTA_a &= \text{Cantidad de consumo intermedio agregado} \\ PVA_a &= \text{Precio del valor agregado} \end{aligned}$$

*Índice de precios al consumidor*

$$\overline{CPI} = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot cwts_c; \quad (9)$$

donde:

$$\begin{aligned} \frac{cwts_c}{\overline{CPI}} &= \text{Peso del bien } c \text{ en el índice de precios al consumidor} \\ \overline{CPI} &= \text{Índice de precios al consumidor (variable exógena)} \end{aligned}$$

*Índice de precios al productor para producción no transada*

$$DPI = \sum_{c \in C} PDS_c \cdot dwts_c; \quad (10)$$

donde:

$$\begin{aligned} dwts_c &= \text{Peso del bien } c \text{ en el índice de precios al productor} \\ DPI &= \text{Índice de precios al productor para productos transados en el mercado doméstico} \end{aligned}$$

## Bloque de producción y comercio

*Tecnología CES: Función de producción por actividad*

$$QA_a = \alpha_a^a \cdot \left[ \delta_a^a \cdot QVA_a^{-\rho_a^a} + (1 - \delta_a^a) \cdot QINTA_a^{-\rho_a^a} \right]^{-\frac{1}{\rho_a^a}}; \quad a \in ACES \quad (11)$$



*Tecnología CES: Ratio Valor Agregado – Consumo Intermedio*

$$\frac{QVA_a}{QINTA_a} = \left( \frac{PINTA_a}{PVA_a} \cdot \frac{\delta_a^a}{1-\delta_a^a} \right)^{\frac{1}{1-\rho_a^a}}; \quad a \in ACES \quad (12)$$

donde:

$$\begin{aligned} a_a^a &= \text{Parámetro de eficiencia en la función CES} \\ a \in ACES(\subset A) &= \text{Conjunto de actividades con una función CES en su tecnología} \\ \delta_a^a &= \text{Parámetro de participación dentro de la función CES} \\ \rho_a^a &= \text{Exponente de la función CES}^{38} \end{aligned}$$

*Tecnología Leontief: Demanda por valor agregado*

$$QVA_a = iva_a \cdot QA_a; \quad a \in ALEO \quad (13)$$

*Tecnología Leontief: Ratio Demanda por consumo intermedio*

$$QINTA_a = inta_a \cdot QA_a; \quad a \in ALEO \quad (14)$$

donde:

$$\begin{aligned} a \in ALEO(\subset A) &= \text{Conjunto de actividades con una función Leontief en su tecnología} \\ iva_a &= \text{Cantidad de valor agregado por unidad de actividad} \\ inta_a &= \text{Cantidad de consumo intermedio agregado por unidad de actividad} \end{aligned}$$

*Valor agregado y demanda de factores*

$$QVA_a = a_a^{va} \cdot \left[ \sum_{f \in F} \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}} \right]^{-\frac{1}{\rho_a^{va}}}; \quad a \in A \quad (15)$$

*Demanda de factor*

$$WF_f \cdot \overline{WFDIST}_{f,a} = PVA_a(1 - tva_a) \cdot QVA_a \left[ \sum_{f \in F'} \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}} \right]^{-1} \cdot \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}-1}; \quad a \in A, f \in F \quad (16)$$

donde:

$$\begin{aligned} a_a^{va} &= \text{Parámetro de eficiencia en la función CES de valor agregado} \\ f \in F(= F') &= \text{Conjunto de factores productivos} \\ tva_a &= \text{Tasa de impuesto al valor agregado para la actividad } a \\ \rho_a^{va} &= \text{Exponente de la función CES de valor agregado} \\ \delta_{f,a}^{va} &= \text{Parámetro de participación en la función CES de valor agregado para el factor } f \text{ en la actividad } a \\ QF_{f,a} &= \text{Cantidad demandada del factor } f \text{ por la actividad } a \end{aligned}$$

<sup>38</sup> Es necesario tener en cuenta que por medio de este exponente es posible calcular la elasticidad de sustitución, la cual se define como  $\sigma = \frac{1}{1+\rho}$ .

$$\begin{aligned} WF_f &= \text{Precio promedio del factor} \\ \overline{WFDIST}_{f,a} &= \text{Factor de distorsión de las remuneraciones al factor } f \text{ en la actividad } a \text{ (variable exógena)} \end{aligned}$$

*Demanda intermedia desagregada*

$$QINT_{c,a} = ica_{c,a} \cdot QINTA_a; \quad a \in A, \quad c \in C \quad (17)$$

donde:

$$QINT_{c,a} = \text{Cantidad del bien } c \text{ como insumo intermedio de la actividad } a$$

*Producción y asignación de bienes*

$$QXAC_{a,c} + \sum_{h \in H} QHA_{a,c,h} = \theta_{a,c} \cdot QA_a; \quad a \in A, \quad c \in CX \quad (18)$$

donde:

$$\begin{aligned} QXAC_{a,c} &= \text{Cantidad comercializada del bien } c \text{ proveniente de la actividad } a \\ QHA_{a,c,h} &= \text{Cantidad consumida por el hogar } h \text{ del bien } c \text{ proveniente de la actividad } a \end{aligned}$$

*Función de agregación de la producción*

$$QX_c = a_c^{ac} \cdot \left[ \sum_{a \in A} \delta_{a,c}^{ac} \cdot QXAC_{a,c}^{-\rho_c^{ac}} \right]^{\frac{1}{\rho_c^{ac}-1}}; \quad c \in CX \quad (19)$$

donde:

$$\begin{aligned} a_c^{ac} &= \text{Parámetro de sustitución para la función de agregación de los bienes domésticos} \\ \rho_c^{ac} &= \text{Exponente de la función de agregación de los bienes domésticos} \\ \delta_{a,c}^{ac} &= \text{Parámetro de participación para la función de agregación de los bienes domésticos} \end{aligned}$$

*Condición de primer orden para la función de agregación de la producción*

$$PXAC_{a,c} = PX_c \cdot QX_c \left[ \sum_{a \in A} \delta_{a,c}^{ac} \cdot QXAC_{a,c}^{-\rho_c^{ac}} \right]^{-1} \cdot \delta_{a,c}^{ac} \cdot QXAC_{a,c}^{-\rho_c^{ac}-1}; \quad a \in A, \quad c \in CX \quad (20)$$

*Función de transformación de la producción (CET)*

$$QX_c = a_c^t \cdot \left[ \delta_c^t \cdot QE_c^{\rho_c^t} + (1 - \delta_c^t) \cdot QD_c^{\rho_c^t} \right]^{\frac{1}{\rho_c^t}}; \quad c \in (CE \cap CD) \quad (21)$$

donde:

$$\begin{aligned} a_c^t &= \text{Parámetro de sustitución de la función CET} \\ \rho_c^t &= \text{Exponente de la función CET} \\ \delta_c^t &= \text{Parámetro de participación en la función CET} \end{aligned}$$

*Razón entre exportaciones y oferta doméstica*

$$\frac{QE_c}{QD_c} = \left( \frac{PE_c}{PDS_c} \cdot \frac{1-\delta_c^t}{\delta_c^t} \right)^{\frac{1}{\rho_c^t-1}}; c \in (CE \cap CD) \quad (22)$$

*Transformación de la producción para productos vendidos internamente sin exportaciones y para exportaciones sin ventas domésticas*

$$QX_c = QD_c + QE_c; c \in (CD \cap CEN) \cup (CE \cap CDN) \quad (23)$$

donde:

$$\begin{aligned} c \in CEN(\subset C) &= \text{Bienes no exportados (conjunto complemento de CE)} \\ c \in CDN(\subset C) &= \text{Bienes sin ventas en el mercado doméstico (conjunto} \\ &\text{complemento de CD)} \end{aligned}$$

*Función de oferta compuesta (Armington)*

$$QQ_c = a_c^q \cdot \left[ \delta_c^q \cdot QM_c^{-\rho_c^q} + (1 - \delta_c^q) \cdot QD_c^{-\rho_c^q} \right]^{-\frac{1}{\rho_c^q}}; c \in (CM \cap CD) \quad (24)$$

donde:

$$\begin{aligned} a_c^q &= \text{Parámetro de sustitución de la función Armington} \\ \rho_c^q &= \text{Exponente de la función Armington} \\ \delta_c^q &= \text{Parámetro de participación en la función Armington} \end{aligned}$$

*Razón entre importaciones y demanda doméstica*

$$\frac{QM_c}{QD_c} = \left( \frac{PDD_c}{PM_c} \cdot \frac{\delta_c^q}{1-\delta_c^q} \right)^{\frac{1}{1-\rho_c^q}}; c \in (CM \cap CD) \quad (25)$$

*Oferta compuesta*

$$QQ_c = QD_c + QM_c; c \in (CD \cap CMN) \cup (CM \cap CDN) \quad (26)$$

donde:

$$c \in CMN(\subset C) = \text{Conjunto de bienes no importados}$$

*Demanda por servicios de transacción*

$$QT_c = \sum_{c' \in C'} (icm_{c,c'} \cdot QM_{c'} + ice_{c,c'} \cdot QE_{c'} + icd_{c,c'} \cdot QD_{c'}); c \in CT \quad (27)$$

donde:

$$QT_c = \text{Cantidad de bienes demandados como insumos en servicios de transacción}$$

## Bloque de instituciones

*Ingreso de los factores*

$$YF_f = \sum_{a \in A} WF_f \cdot WFDIST_{f,a} \cdot QF_{f,a}; f \in F \quad (28)$$

donde:

$$YF_f = \text{Ingreso del factor } f$$

*Ingreso de los factores institucionales*

$$YIF_{i,f} = shif_{i,f} [(1 - tf_f) \cdot YF_f - trnsfr_{row,f} \cdot EXR]; i \in INSD, f \in F \quad (29)$$

donde:

$$\begin{aligned} i \in INS &= \text{Conjunto de instituciones (domésticas más resto del mundo)} \\ i \in INSD (\subset INS) &= \text{Conjunto de instituciones domésticas} \\ YIF_{i,f} &= \text{Ingreso de la institución doméstica } i \text{ desde el factor } f \\ shif_{i,f} &= \text{Participación de la institución doméstica } i \text{ en el ingreso del factor } f \\ tf_f &= \text{Tasa de impuesto directo sobre el factor } f \\ trnsfr_{i,f} &= \text{Transferencias del factor } f \text{ a la institución } i \end{aligned}$$

*Ingreso de las instituciones domésticas no gubernamentales*

$$YI_i = \sum_{f \in F} YIF_{i,f} + \sum_{i' \in INSDNG'} TRII_{i,i'} + trnsfr_{i,gov} \cdot \overline{CPI} + trnsfr_{i,row} \cdot EXR; i \in INSDNG \quad (30)$$

donde:

$$\begin{aligned} i \in INSDNG (= INSDNG' \subset INSD) &= \text{Conjunto de instituciones domésticas no gubernamentales} \\ YI_i &= \text{Ingreso de la institución } i \text{ (en el conjunto } INSDNG) \\ TRII_{i,i'} &= \text{Transferencias de la institución } i' \text{ a la institución } i \text{ (ambas en el conjunto } INSDNG) \end{aligned}$$

*Transferencias intra-institucionales*

$$TRII_{i,i'} = shii_{i,i'} \cdot (1 - MPS_{i'}) \cdot (1 - TINS_{i'}) \cdot YI_{i'}; i \in INSDNG, i' \in INSDNG' \quad (31)$$

donde:

$$\begin{aligned} shii_{i,i'} &= \text{Participación del ingreso neto de } i' \text{ en } i \\ MPS_i &= \text{Propensión marginal a ahorrar para la institución doméstica no gubernamental } i \\ TINS_i &= \text{Tasa de impuesto directo sobre la institución } i \end{aligned}$$

*Consumo de los hogares*

$$EH_h = (1 - \sum_{i \in INSDNG} shi_{i,h}) \cdot (1 - MPS_h) \cdot (1 - TINS_h) \cdot YI_h; \quad h \in H \quad (32)$$

donde:

$$\begin{aligned} i \in H(\subset INSDNG) &= \text{Conjunto de hogares} \\ EH_h &= \text{Gastos en consumo por parte de los hogares} \end{aligned}$$

*Consumo de los hogares en bienes comercializados*

$$PQ_c \cdot QH_{c,h} = PQ_c \cdot \gamma_{c,h}^m + \beta_{c,h}^m \cdot (EH_h - \sum_{c' \in C} PQ_{c'} \cdot \gamma_{c',h}^m - \sum_{a \in A} \sum_{c' \in C} PXAC_{a,c'} \cdot \gamma_{a,c',h}^h) \quad c \in C, \quad h \in H \quad (33)$$

donde:

$$\begin{aligned} QH_{c,h} &= \text{Cantidad de consumo del bien comercializado } c \text{ en el hogar } h \\ \gamma_{c,h}^m &= \text{Consumo de subsistencia del bien comercializado } c \text{ en el hogar } h \\ \gamma_{a,c,h}^h &= \text{Autoconsumo de subsistencia del bien } c \text{ desde la actividad } a \text{ en el hogar } h \\ \beta_{c,h}^m &= \text{Participación marginal del gasto de consumo en el bien comercializado } c \text{ en el hogar } h \end{aligned}$$

*Autoconsumo de los hogares*

$$PXAC_{a,c} \cdot QHA_{a,c,h} = PXAC_{a,c} \cdot \gamma_{a,c,h}^h + \beta_{a,c,h}^h \cdot (EH_h - \sum_{c' \in C} PQ_{c'} \cdot \gamma_{c',h}^m - \sum_{a \in A} \sum_{c' \in C} PXAC_{a,c'} \cdot \gamma_{a,c',h}^h) \quad a \in A, \quad c \in C, \quad h \in H \quad (34)$$

donde:

$$\beta_{a,c,h}^h = \text{Participación marginal del gasto de autoconsumo en el bien } c \text{ desde la actividad } a \text{ en el hogar } h$$

*Demanda de inversión*

$$QINV_c = \overline{IADJ} \cdot \overline{qinv}_c; \quad c \in C \quad (35)$$

donde:

$$\begin{aligned} QINV_c &= \text{Cantidad de inversión fija por cada bien} \\ \overline{IADJ} &= \text{Factor de ajuste de la inversión (variable exógena)} \\ \overline{qinv}_c &= \text{Cantidad de inversión fija en el año base (exógena)} \end{aligned}$$

*Consumo del Gobierno*

$$QG_c = \overline{GADJ} \cdot \overline{qg}_c; \quad c \in C \quad (36)$$

donde:

$$\begin{aligned} QG_c &= \text{Consumo del Gobierno por cada bien} \\ \overline{GADJ} &= \text{Factor de ajuste del consumo del Gobierno (variable exógena)} \\ \overline{qg}_c &= \text{Cantidad de consumo del Gobierno en el año base (exógena)} \end{aligned}$$

*Rentas del Gobierno*

$$\begin{aligned}
 YG = & \sum_{i \in INSDNG} TINS_i \cdot YI_i + \sum_{f \in F} tf_f \cdot YF_f + \sum_{a \in A} tva_a \cdot PVA_a \cdot QVA_a + \sum_{a \in A} ta_a \cdot PA_a \cdot QA_a \\
 & + \sum_{c \in CM} tm_c \cdot pwm_c \cdot QM_c \cdot EXR + \sum_{c \in CE} te_c \cdot pwe_c \cdot QE_c \cdot EXR + \sum_{c \in C} tq_c \cdot PQ_c \cdot QQ_c \\
 & + \sum_{f \in F} YIF_{gov,f} + trnsfr_{gov,row} \cdot EXR
 \end{aligned} \tag{37}$$

donde:

$$YG = \text{Renta del Gobierno}$$

*Gasto del Gobierno*

$$EG = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QG_c + \sum_{i \in INSDNG} trnsfr_{i,gov} \cdot \overline{CPI} \tag{38}$$

donde:

$$EG = \text{Gasto del Gobierno}$$

## Bloque de restricciones del sistema

*Mercado de factores*

$$\sum_{a \in A} QF_{f,a} = \overline{QFS}_f; f \in F \tag{39}$$

donde:

$$\overline{QFS}_f = \text{Cantidad ofertada del factor } f \text{ (variable exógena)}$$

*Mercado de bienes compuestos*

$$QQ_c = \sum_{a \in A} QINT_{c,a} + \sum_{h \in H} QH_{c,h} + QG_c + QINV_c + qdst_c + QT_c; c \in C \tag{40}$$

donde:

$$qdst_c = \text{Variación de existencias en cantidades}$$

*Balance de cuenta corriente para el resto del mundo, en moneda extranjera*

$$\sum_{c \in CM} pwm_c \cdot QM_c + \sum_{f \in F} trnsfr_{row,f} = \sum_{c \in CE} pwe_c \cdot QE_c + \sum_{i \in INSD} trnsfr_{i,row} + \overline{FSAV} \tag{41}$$

donde:

$$\overline{FSAV} = \text{Ahorro externo en moneda extranjera (variable exógena)}$$

*Balance del Gobierno*

$$YG = EG + GSAV \quad (42)$$

donde:

$$GSAV = \text{Ahorro del Gobierno (ahorro público)}$$

*Tasas de impuestos directos sobre las instituciones*

$$TINS_i = tins_i \cdot (1 + TINSADJ \cdot tins01_i) + DTINS \cdot t; \quad i \in INSDNG \quad (43)$$

donde:

$$\begin{aligned} TINS_i &= \text{Tasa de impuesto directo sobre las instituciones domésticas } i \\ \overline{tins}_i &= \text{Tasa de impuesto directo exógena para la institución doméstica } i \\ \overline{TINSADJ} &= \text{Factor de escala del impuesto directo (igual a cero en la base del modelo, variable exógena)} \\ tins01_i &= \text{Parámetro binario que vale 1 para instituciones con tasas de impuesto directo potencialmente flexibles} \\ \overline{DTINS}_i &= \text{Cambio en la cuota impositiva de las instituciones domésticas (igual a cero en la base del modelo, exógeno)} \end{aligned}$$

*Tasa de ahorro de las instituciones*

$$MPS_i = \overline{mps}_i \cdot (1 + \overline{MPSADJ} \cdot mps01_i) + DMPS \cdot mps01_i; \quad i \in INSDNG \quad (44)$$

donde:

$$\begin{aligned} \overline{mps}_i &= \text{Tasa de ahorro base para la institución doméstica } i \\ \overline{MPSADJ} &= \text{Factor de escala de la tasa de ahorro (igual a cero en la base del modelo, variable exógena)} \\ mps01_i &= \text{Parámetro binario que vale 1 para instituciones con tasas de ahorro potencialmente flexibles} \\ DMPS &= \text{Cambio en la tasa de ahorro de las instituciones domésticas (igual a cero en la base del modelo, variable exógena)} \end{aligned}$$

*Balance ahorro-inversión*

$$\sum_{i \in INSDNG} MPS_i \cdot (1 - TINS_i) \cdot YI_i + GSAV + EXR \cdot FSAV = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QINV_c + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot qdst_c + WALRAS \quad (45)$$

donde:

$$WALRAS = \text{Variable de balance entre ahorro e inversión (deberá ser cero en equilibrio)}^{39}$$

<sup>39</sup> Esta variable permite además balancear el número de ecuaciones y el número de variables para que sean iguales.

*Absorción total*

$$TABS = \sum_{h \in H} \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QH_{c,h} + \sum_{a \in A} \sum_{c \in C} \sum_{h \in H} PXAC_{a,c} \cdot QHA_{a,c,h} + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QG_c + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QINV_c + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot qdst_c \quad (46)$$

donde:

$$TABS = \text{Absorción nominal total}$$

*Razón entre inversión y absorción*

$$INVSHR \cdot TABS = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QINV_c + \sum_{c \in C} PQ_c \cdot qdst_c \quad (47)$$

donde *INVSHR* es la participación de la inversión en la absorción nominal.

*Razón entre consumo del Gobierno y absorción*

$$GOVSHR \cdot TABS = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot QG_c \quad (48)$$

donde *GOVSHR* es la participación del consumo del Gobierno en la absorción nominal.