

**Un Modelo de Equilibrio General Computado para la Evaluación de Políticas Económicas en  
Argentina: Construcción y Aplicaciones**

Martín Cicowiez

Tesis de Doctorado

Universidad Nacional de La Plata

Director de Tesis  
Leonardo Gasparini

Agosto 26, 2011

## **CONTENIDO**

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN .....	4
2. LA METODOLOGIA DEL CGE Y ANTECEDENTES .....	8
REFERENCIAS .....	15
CAPITULO 2 UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTADO PARA ARGENTINA.....	19
2. EL MODELO .....	20
SUBÍNDICES .....	27
VARIABLES .....	28
PARÁMETROS.....	34
ECUACIONES .....	39
CALIBRACION DINAMICA.....	64
REGLAS DE CIERRE.....	65
3. LA CALIBRACION .....	68
LOS PROBLEMAS DE OPTIMIZACIÓN .....	70
4. OPTIMIZACION DE POLITICAS .....	83
5. COMENTARIOS FINALES .....	85
REFERENCIAS .....	86
APENDICE .....	90
CAPITULO 3 CALIBRACIÓN DEL MODELO: CONSTRUCCIÓN DE UNA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL PARA ARGENTINA.....	92
2. DEFINICION Y ANTECEDENTES.....	93
3. ELABORACION DE LA MACROSAM .....	97
4. ELABORACION DE LA MICROSAM.....	103
ETAPA 1 .....	104

ETAPA 2 .....	107
5. EL BALANCEO DE LA SAM .....	112
6. DESCRIPCION SAM .....	115
7. COMENTARIOS FINALES .....	117
APENDICE .....	123
CAPITULO 4 LA CALIBRACIÓN DEL MODELO: ESTIMACIÓN DE ELASTICIDADES .....	125
2. PRODUCCIÓN .....	126
METODOLOGIA DE ESTIMACION Y DATOS .....	128
RESULTADOS .....	132
3. CONSUMO .....	135
METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN Y DATOS .....	138
RESULTADOS .....	141
4. COMERCIO INTERNACIONAL .....	144
4.1. CONSUMO .....	145
4.2. PRODUCCIÓN .....	151
5. CURVA DE SALARIOS .....	152
6. COMENTARIOS FINALES .....	155
REFERENCIAS .....	157
CAPITULO 5 SIMULACIONES DE EQUILIBRIO GENERAL PARA ARGENTINA .....	162
2. MODELO .....	163
CALIBRACION .....	163
3. SIMULACIONES .....	165
ESCENARIOS .....	166
RESULTADOS .....	167

4. ANALISIS DE SENSIBILIDAD .....	174
5. OPTIMIZACION DE POLÍTICAS .....	178
6. COMENTARIOS FINALES .....	183
REFERENCIAS .....	185
APENDICE .....	186
CAPITULO 6 MICROSIMULACIONES PARA IMPACTOS DISTRIBUTIVOS....	192
2. METODOLOGIA Y DATOS.....	193
3. RESULTADOS .....	198
4. COMENTARIOS FINALES .....	200
REFERENCIAS .....	201

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

Martín Cicowiez

A lo largo de su historia reciente, la economía argentina ha estado sujeta a shocks de diversas características, con efectos importantes sobre las variables macroeconómicas, el mercado de trabajo, y la distribución del ingreso. En consecuencia, tiene relevancia de política contar con una herramienta que brinde un marco consistente para cuantificar los efectos económicos que pueden tener distintas perturbaciones. El trabajo que aquí se presenta realiza una contribución metodológica en ese sentido. En los capítulos que siguen se presentan todos los componentes que permiten la implementación de un modelo de equilibrio general computado (CGE; del inglés, Computable General Equilibrium) dinámico recursivo para la Argentina. Luego, a fin de ejemplificar el potencial de la herramienta aquí desarrollada, se estudian varios escenarios contrafácticos, donde se analizan impactos tanto agregados como sectoriales, teniendo en cuenta las interrelaciones de equilibrio general. Como veremos, el modelo desarrollado permite hacer evaluaciones de los efectos macro y microeconómicos, de corto y largo plazo, dentro de un marco de consistencia analítica que no permiten enfoques alternativos de equilibrio parcial. La consistencia está asegurada al considerarse, de manera simultánea, los equilibrios macroeconómicos, los equilibrios sectoriales de oferta y demanda, y la igualdad entre ingresos y gastos de cada uno de los sectores institucionales (ver, entre otros, Shoven y Whalley (1984); Chisari et al. (2009)). Así, la experimentación computacional que se realiza posibilita la consideración de distintos escenarios, tener en cuenta las reacciones de los agentes económicos, e identificar ganadores y perdedores.

En los últimos diez años, se extendió la utilización de modelos de CGE para la evaluación de políticas alternativas (comerciales, tributarias, energéticas, entre otras), tanto a nivel de gobiernos nacionales como a nivel de organismos multilaterales (ver Devarajan y Robinson, 2005). En parte, el uso más extendido puede explicarse por dos motivos que facilitan enormemente su implementación: (1) la mayor disponibilidad de

la información necesaria para hacer operacionales los modelos, y (2) el avance en la capacidad de cómputo, que permite trabajar fácilmente con gran volumen de información.

Las principales contribuciones del presente trabajo son las siguientes. En primer lugar, se desarrolla un modelo de CGE dinámico con varios aspectos innovadores. En segundo lugar, se elabora una nueva matriz de contabilidad social (SAM; del inglés, Social Accounting Matrix) para la Argentina con algunas características particulares. En tercer lugar, se realiza un ejercicio de estimación econométrica de las elasticidades que luego se emplean para la calibración del modelo. Finalmente, el modelo desarrollado se aplica a varias cuestiones concretas que son relevantes para la economía argentina. El estudio de los temas distributivos requiere trabajar a nivel desagregado; por ello, el modelo de CGE se complementa con un modelo de microsimulación que permite obtener resultados sobre pobreza y desigualdad trabajando con microdatos de encuestas de hogares.

En términos del modelo de CGE, se incorporan algunos elementos novedosos, tanto para la metodología en general como para las aplicaciones para Argentina en particular. Así, el modelo posibilita la distinción entre los segmentos formal e informal del mercado laboral, permitiendo la migración entre ellos como respuesta a cambios en los salarios relativos. De manera complementaria, el modelo permite la movilidad imperfecta (migración) del trabajo entre las actividades (regiones) urbanas y rurales.<sup>1</sup> Además, se permite la existencia de desempleo involuntario (endógeno) de distinto tipo. Las funciones de producción de los sectores agrícolas (i.e., cultivos y ganadería) reciben un tratamiento especial. En particular, a diferencia de la práctica más usual, se permite la sustitución de insumos intermedios particulares por factores primarios de producción; por ejemplo, tierra (i.e., pasturas) por alimento balanceado para la producción ganadera. El sector externo del modelo sigue la formulación tradicional de diferenciar los bienes según su país de origen (ver Armington (1969)); así, es posible modelar la exportación e importación simultánea del mismo bien o servicio. Sin embargo, dicho supuesto se

---

<sup>1</sup> De hecho, la movilidad imperfecta entre grupos de actividades productivas puede aplicarse a todos los factores productivos identificados en el modelo.

extiende para que la composición doméstico/importado del consumo varíe entre agentes del modelo (actividades, hogares, gobierno); esto contrasta con la práctica usual donde se asume que la composición doméstico/importado se determina en la frontera.<sup>2</sup>

Como se mencionó, el modelo desarrollado es dinámico; en particular, se implementa una dinámica recursiva donde las decisiones de los agentes se realizan en base a expectativas estacionarias. En este tipo de modelos, suele utilizarse una función que asigna la inversión de cada período entre sectores en base a las remuneraciones relativas del capital (ver Dervis et al. (1982)). En cambio, en este trabajo se sigue un enfoque con una base teórica más fuerte, al asumir que la inversión por destino se asigna en función de una aproximación a la  $q$  de Tobin. Adicionalmente, el ahorro se modela como función del precio esperado del consumo futuro, que a su vez es función de la tasa de interés; esto contrasta con otros modelos donde se supone que el ahorro es una proporción dada del ingreso.

El modelo permite incorporar, además, la existencia de restricciones cuantitativas tanto al comercio (exportaciones e importaciones) como así también a la producción de actividades seleccionadas. En consecuencia, pueden estudiarse (a) medidas de política comercial como las aplicadas recientemente, y (b) restricciones de oferta para sectores particulares como - por ejemplo - el energético. El modelo ofrece gran flexibilidad al momento de seleccionar la “regla de cierre macroeconómico” (i.e., la forma de equilibrar los balances macroeconómicos del modelo – sector externo, gobierno, ahorro-inversión) (ver Robinson, 2006); así, es posible evaluar la sensibilidad de los resultados a dicha elección.

Finalmente, el modelo desarrollado puede solucionarse como un problema de optimización donde se agrega una función de pérdida que el hacedor de política minimiza enfrentando como restricción el funcionamiento de la economía tal como aparece capturada en el modelo de CGE. Es decir, puede simularse un determinado shock para que el modelo determine la respuesta de política óptima; tanto la función de objetivo como así también las variables de política pueden ser elegidas.

---

<sup>2</sup> En el caso de Argentina, las aplicaciones de CGE realizadas por Chisari y Romero también incorporan esta característica (ver más abajo).

Los aspectos introducidos en el modelo, que se comentaron brevemente más arriba, pero que se describen en detalle en el Capítulo 2, permiten una caracterización adecuada de la economía argentina.

En el Capítulo 3 se documenta el procedimiento seguido para la elaboración de una matriz de contabilidad social para la Argentina para 2006, con un grado de desagregación superior respecto de los antecedentes; por ejemplo, distingue seis tipos de trabajo según calificación y categoría ocupacional (asalariado/no asalariado) e identifica los recursos naturales tierra y activos del subsuelo.

Luego, en el Capítulo 4, se realizan estimaciones econométricas de las elasticidades (i.e., los parámetros libres) del modelo de CGE. La práctica usual en esta literatura para países como Argentina es tomar los parámetros libres del modelo de estimaciones hechas en otros países, o elegir valores “razonables”. En contraste, este trabajo hace un esfuerzo por estimar econométricamente las elasticidades relevantes del modelo. Las estimaciones, si bien no exentas de problemas, son un avance en la agenda de investigación hacia parámetros mejor fundados. Adicionalmente, los resultados econométricos se utilizan como base para realizar un análisis de sensibilidad de los resultados del modelo con respecto al valor de las elasticidades estimadas. Así, pueden estimarse intervalos de confianza para los resultados que arroja la experimentación computacional.

Con el objeto de ejemplificar el potencial de la herramienta desarrollada, se realizan ejercicios de simulación en donde se evalúan efectos directos e indirectos de diferentes shocks de relevancia para la economía argentina (ver Capítulo 5). En primer lugar, se modela una perturbación asociada a una crisis internacional, donde cae la demanda mundial de los principales productos de exportación de la Argentina. En segundo lugar, se simulan mejoras sostenidas en los precios de las exportaciones agroalimenticias, en línea con el aumento registrado durante los últimos años. En tercer lugar, se simula la imposición de una restricción cuantitativa a las exportaciones. En cuarto lugar, se simulan los efectos de incrementos en las transferencias desde el gobierno hacia las familias, a fin de identificar sus efectos de equilibrio general. Finalmente, se consideran los efectos de un incremento del consumo público corriente. Los efectos distributivos de los shocks analizados se estudian en el Capítulo 6.



En resumen, uno de los objetivos de este trabajo es construir y calibrar un modelo de CGE para la Argentina. En los capítulos que siguen, se describe cada una de las ecuaciones del modelo al mismo tiempo que se presenta el procedimiento seguido para la construcción de la base de datos, tanto de la matriz de contabilidad social como la estimación de las elasticidades. Luego, se realizan algunos ejercicios de simulación que permiten ilustrar el funcionamiento de la herramienta al mismo tiempo que abordan problemáticas relevantes para la Argentina.

## **2. LA METODOLOGIA DEL CGE Y ANTECEDENTES**

En términos sencillos, un modelo de CGE es una representación en computadora de una economía real. Así, los modelos de CGE identifican los siguientes componentes: actividades productivas, bienes y servicios<sup>3</sup>, factores primarios de producción, e instituciones (típicamente, hogares, empresas, gobierno y resto del mundo). En general, suele asumirse que los agentes económicos se comportan de acuerdo con los principios de la optimización microeconómica; es decir, responden a cambios en los precios relativos. Se modela la economía en su conjunto contemplando las interrelaciones entre sus componentes. En consecuencia, se capturan los efectos tanto directos como indirectos de un shock exógeno o cambio de política. Así, la metodología del CGE permite evaluar, de manera consistente, los efectos de un shock económico. Es decir, un modelo de CGE permite capturar los mecanismos económicos que determinan el impacto de una perturbación dada sobre la economía.

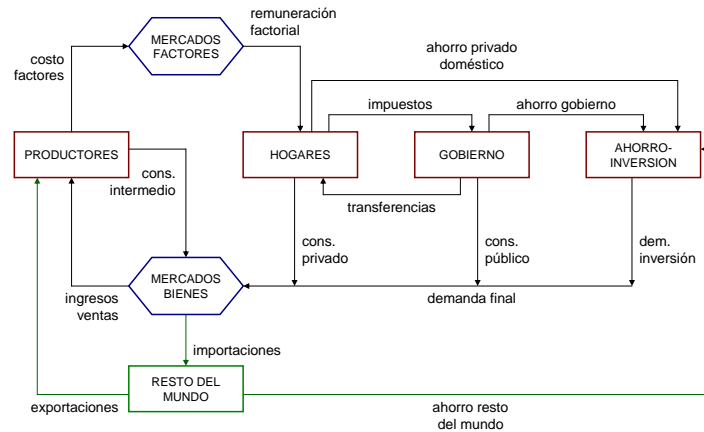
La metodología que se emplea con los modelos computacionales es la simulación de escenarios contrafácticos. La realización de un ejercicio de simulación funciona como un experimento controlado. Se modifica el valor de algún parámetro (por ejemplo, tasas arancelarias) al tiempo que se asume constante todo lo demás. Los resultados se obtienen a partir de comparar la solución del modelo con la información utilizada en la calibración. Así, es posible aislar el efecto cuantitativo (i.e., no sólo en signo) que tendría el escenario de interés.

---

<sup>3</sup> A lo largo de este trabajo se hace referencia a los “bienes” como sinónimo de “bienes y servicios” o “productos”.

El esquema que se presenta en la Figura 2.1 resume los principales flujos que se capturan en el modelo de CGE que se emplea en este trabajo. Las flechas representan flujos de dinero; en general, a cada una corresponde un flujo de mercancías en dirección opuesta. Como veremos, el modelo que se desarrolló considera el lado real de la economía, dejando de lado todos los fenómenos financieros.

*Figura 2.1: El Flujo Circular de la Renta Modelo CGE*



Al construir un modelo de CGE, es necesario especificar formas funcionales para derivar las ecuaciones de comportamiento de los agentes económicos. Típicamente, se emplean funciones de tipo CES (Elasticidad de Sustitución Constante) anidadas. El valor de los parámetros de distribución y escala de las funciones de producción y consumo se obtiene mediante la calibración (ver Capítulo 2). En la calibración de un modelo de CGE se utiliza una matriz de contabilidad social (ver Capítulo 3), usualmente combinada con estimaciones independientes de elasticidades (ver Capítulo 4).

## ANTECEDENTES

La literatura de CGE se inició en los años sesenta con el trabajo pionero de Johansen (1960), quien desarrolló un modelo de equilibrio general numérico de 20 sectores para Noruega. El método de resolución que utilizó Johansen consistió en una aproximación lineal. Los modelos de CGE, sin embargo, no fueron desarrollados durante la década del sesenta. El trabajo de Scarf (1967) estableció un nexo directo entre la teoría y las aplicaciones empíricas del equilibrio general, al diseñar un algoritmo para el cómputo del equilibrio general, sin necesidad de realizar aproximaciones lineales (Dixon y

Parmenter, 1996). En la década del setenta, Shoven y Whalley (1972) utilizaron el algoritmo de Scarf para resolver el modelo de equilibrio general presentado por Harberger (1962). En los años setenta, se desarrollaron varias aplicaciones para países desarrollados (ver Shoven y Whalley (1984 y 1992) para referencias). Por su parte, la aplicación de modelos de CGE a países en desarrollo recibió un impulso importante a partir del trabajo de Adelman y Robinson (1978) para Corea.<sup>4</sup>

Las primeras aplicaciones del CGE corresponden a modelos que hacen foco en un único país (i.e., “single-country”). En años más recientes, particularmente con la expansión en el uso de los productos del GTAP (Global Trade Analysis Project) (ver Hertel (1997)), comenzaron a proliferar las aplicaciones de modelos multi-país. El GTAP elabora una base de datos que contiene una colección de matrices de contabilidad social para varios países del mundo conectadas a través de flujos comerciales.<sup>5</sup> En este trabajo se utiliza un modelo que centra su atención en la economía argentina.

La utilización de modelos de CGE en países en desarrollo implicó un alejamiento del paradigma walrasiano, al introducir rigideces tales como precios máximos, cuotas de importación, desempleo, entre otras (Dervis et al., 1982; Robinson, 1989). Los modelos desarrollados por esta línea de investigación pueden denominarse como “neoclásicos-estructuralistas” (Robinson, 1991), los más utilizados actualmente.<sup>6</sup> Paralelamente, se desarrollaron los modelos de CGE netamente estructuralistas (ver Taylor (1990)).

En los últimos treinta años se desarrolló un gran número de modelos de CGE. En general, la literatura reporta resultados relacionados con el nivel de empleo, la distribución del ingreso, el bienestar, la estructura sectorial, y los flujos de comercio. En los años ochenta, la literatura se movió hacia el desarrollo de modelos dinámicos.

---

<sup>4</sup> Los trabajos que resumen la literatura de CGE no son muchos. En ellos, pueden destacarse Bandara (1991), Pereira y Shoven (1988), de Melo (1988) y Shoven y Whalley (1984) para aplicaciones sobre cuestiones tributarias; Bhattacharyya (1996), Bergman (1988) y Bergman (2005) para aplicaciones sobre medio ambiente y políticas energéticas; van Tongeren et al. (2001) para aplicación sobre el sector agrícola; y Partridge y Rickman (1998) sobre cuestiones regionales,

<sup>5</sup> Además, pone a disposición un modelo multi-país relativamente estándar que puede operarse fácilmente mediante una interface (ver <[www.gtap.agecon.purdue.edu](http://www.gtap.agecon.purdue.edu)>).

<sup>6</sup> Originalmente, el término neoclásico-estructuralista fue acuñado por Chenery (1975).

Además, comenzaron a aplicarse a países en desarrollo. A continuación, se hace una revisión de los modelos de CGE que fueron desarrollados para Argentina. El objetivo que se persigue es poner en perspectiva el modelo de CGE desarrollado en este trabajo.

En el caso de Argentina, las primeras aplicaciones de la metodología del CGE que conocemos corresponden a los trabajos de Felstenstein (1980, 1983), donde se utiliza un modelo de CGE calibrado con información de Argentina para estudiar el impacto de aranceles y cuotas de importación. El modelo utilizado tiene raíz walrasiana (ver Shoven y Whalley (1972)). Como particularidad, el autor asume que los productores requieren de una cierta cantidad de dinero para producir.

En años más reciente, se destaca el trabajo de Chisari y Romero (1996), que evalúan una gran cantidad de escenarios utilizando para ello un modelo de CGE calibrado para el año 1993. En Chisari et al. (1999) se utiliza un modelo de CGE para la Argentina para evaluar el impacto macroeconómico y distributivo de las privatizaciones. En ambos casos, se trata de modelos estáticos de corte netamente walrasiano. De hecho, la contribución metodológica de Chisari et al. (1999) es el modelado de sectores regulados mediante la introducción de impuestos endógenos sin salirse del paradigma walrasiano. En general, los autores mencionados utilizan formas funcionales que pueden calibrarse empleando únicamente información obtenida de una SAM. Los modelos desarrollados por Chisari y Romero en la Universidad Argentina de la Empresa (UADE) constituyen la aplicación de la metodología del CGE a nivel institucional con más tradición en la Argentina (ver Mercado (2003)).

El trabajo de Díaz-Bonilla et al. (2004) utiliza el modelo estándar del IFPRI (ver Lofgren et al. (2002)) para estudiar el impacto distributivo de la apertura comercial argentina de los años noventa. Los autores emplean una SAM de 1993 para la calibración del modelo. Los efectos sobre pobreza y desigualdad se estiman utilizando un modelo de microsimulación.

En los últimos años, pueden encontrarse más aplicaciones de CGE para la Argentina, aunque continúan siendo relativamente pocas. Por ejemplo, en Mendez Parra (2005) se utiliza la versión dinámica del modelo estándar del IFPRI (ver Lofgren et al. (2002); Thurlow (2004)) para evaluar el impacto del acuerdo ALCA (Acuerdo de Libre

Comercio de las Américas) sobre la Argentina. El modelo se calibra con una SAM del año 2000 con gran desagregación para el sector agroalimenticio.

En Serino (2009) se utiliza un modelo estructuralista calibrado para el año 2004 empleando una SAM relativamente pequeña. Las simulaciones que realiza el autor estudian el impacto de distintos shocks relacionados con el sector externo de la economía, particularmente con la producción y exportaciones de actividades intensivas en recursos naturales. Como particularidad, el autor detalla tanto el valor como la fuente de información empleada para cada uno de los parámetros de comportamiento del modelo, siendo en muchos casos escogidos de manera arbitraria (i.e., en palabras del autor, “guesstimates”).

En Di Gresia (2009) se utiliza un modelo de CGE para 2005 que desagrega el gobierno en los niveles nacional y provincial para evaluar el impacto de cambios en la estructura tributaria de Argentina; el modelo es similar al desarrollado por Lofgren et al. (2002). El autor estudia el impacto de modificaciones en la política tributaria. Las elasticidades del modelo se eligen en base a una revisión de la literatura combinada con valores “razonables”.

En Chisari et al. (2009) se desarrolla un modelo de CGE para la economía argentina calibrado con una SAM real/financiera para 2003; el modelo fue desarrollado para ser empleado en distintas agencias gubernamentales. El trabajo describe con detalle tanto la metodología de CGE como la elaboración del modelo de CGE. Como particularidad, una de las versiones del modelo introduce el dinero en el contexto de un modelo de raíz walrasiana. En la construcción del modelo se asumen formas funcionales que no requieren contar con elasticidades de oferta/demanda para su calibración; típicamente, Cobb-Douglas y Leontief o coeficientes fijos. En un caso particular, la estimación que arroja el modelo se complementa con un análisis de sensibilidad de los resultados respecto al valor que toman las elasticidades de sustitución entre bienes domésticos e importados.

En Cicowiez y Mercado (2009) se emplea un modelo de CGE estático de 5 sectores para estudiar el impacto de la crisis económica que comenzó en el segundo semestre de 2008. En particular, evalúan el impacto de una salida de capitales sobre variables tales como empleo, producción, comercio y tipo de cambio real. La calibración del modelo se

realizó empleando valores obtenidos de la literatura para varias de las elasticidades del modelo; en algunos casos, se utilizaron funciones de tipo Cobb-Douglas.

En Cicowiez et al. (2010a) se implementa el modelo MAMS (Maquette for MDG Simulation) desarrollado en el Banco Mundial (ver Lofgren y Díaz-Bonilla (2010)). El modelo se calibra con una SAM argentina de 2003. El MAMS es un modelo dinámico recursivo relativamente estándar pero que incorpora el modelado de algunos Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). La calibración se completó con estimaciones propias de las elasticidades relacionadas con la “producción” de los ODM. En cambio, el valor para las demás elasticidades del modelo se asignó en base a estimaciones tomadas de la literatura.

En Chisari y Cicowiez (2010) se utiliza un modelo de CGE similar al desarrollado en Chisari et al. (2009) pero contemplando la existencia de sectores regulados según la formulación propuesta por Chisari et al. (1999). Además, se hace endógena la oferta laboral. Los autores estiman el costo marginal de los fondos públicos bajo distintos escenarios regulatorios (i.e., sin regulación, regulación "costo plus", y regulación por tasa de retorno). La formulación del modelo emplea funciones de producción y consumo que sólo requieren de una SAM para ser calibradas.<sup>7</sup>

En Cicowiez et al. (2010b) se utiliza un enfoque de tres niveles para evaluar distintos escenarios de liberalización comercial, tanto a nivel unilateral como multilateral. En el primer nivel se emplea un modelo multi-país para determinar los cambios en los precios mundiales que generan distintos escenarios de reducción arancelaria multilateral. En segundo lugar, se utilizan los resultados del paso anterior para alimentar un modelo nacional de Argentina. Por último, se utiliza un modelo de microsimulación para evaluar el impacto distributivo de los shocks analizados.

En Chisari et al. (2010) se estima el impacto que tendría la liberalización del comercio internacional de servicios sobre la economía argentina. Los autores extienden el modelo presentado en Chisari et al. (2009) para incorporar efectos relacionados con la inversión

---

<sup>7</sup> Cabe mencionar que el modelo utilizado fue codificado de manera algebraica empleando GAMS; en cambio, los otros trabajos del primero de los autores emplean GAMS/MPSGE (ver Rutherford (1999)) para codificar los modelos de CGE.

extranjera directa – relacionada con la incorporación de nueva tecnología - en sectores productores de servicios. Además, consideran los efectos pro-competitivos de la eliminación de barreras a la exportación de servicios hacia el resto del mundo.

En cuanto a las aplicaciones de modelos multi-país que hacen foco en la Argentina, pueden destacarse los trabajos del Centro de Economía Internacional del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto (ver, por ejemplo, CEI (2002)). En términos generales, todas las aplicaciones recientes de modelos multi-país emplean la base de datos del GTAP, una colección de matrices de contabilidad para gran cantidad de países conectadas por flujos comerciales.

Ciertamente, los modelos de CGE no están libres de críticas. Las mismas pueden agruparse en tres: (1) imponen fuertes supuestos sobre la estructura de la economía que se modela – por ejemplo, formas funcionales específicas para la producción y el consumo; (2) arrojan resultados que dependen fuertemente de (a) las características de la economía en el año elegido como base para la construcción de la SAM, y (b) el valor elegido para las elasticidades del modelo – que, incluso cuando son estimadas econométricamente, están sujetas a la crítica de Lucas (1976); y (3) la falta de ejercicios de validación de las predicciones que genera un modelo de CGE. Como veremos, este trabajo hace un esfuerzo por considerar adecuadamente cada una de dichas críticas. En cualquier caso, a pesar de sus limitaciones, la metodología del CGE continúa siendo de utilidad si desean evaluarse de manera consistente los efectos de equilibrio general de un shock económico.

## REFERENCIAS

- Adelman, Irma y Sherman Robinson (1978). *Income Distribution Policy in Developing Countries*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Armington, Paul S. (1969). A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. *IMF Staff Paper* 16 (1): 159-178.
- Bergman, Lars (1988). Energy Policy Modeling: A Survey of General Equilibrium Approaches. *Journal of Policy Modeling* 10 (3): 377-399.
- Bhattacharyya, Subhes C. (1996). Applied General Equilibrium Models for Energy Studies: A Survey. *Energy Economics* 18 (3): 145-164.
- Chenery, Hollis B. (1975). The Structuralist Approach to Development Policy. *The American Economic Review* 65 (2): 310-316.
- Chisari O. O., C. A. Romero, G. Ferro, R. Theller, M. Cicowicz, J. Ferraro, M. González, A. Blanco y J. Maquieyra (2009). Un Modelo de Equilibrio General Computable para la Argentina. PNUD Argentina.
- Chisari, Omar O. y Carlos A. Romero (1996). Distribución del Ingreso, Asignación de Recursos y Shocks Macroeconomicos: Un Modelo de Equilibrio General Computado para la Argentina en 1993. Serie Financiamiento del Desarrollo 36. Santiago de Chile: CEPAL.
- Chisari, Omar O. y Martín Cicowicz (2010). Marginal Cost of Public Funds and Regulatory Regimes: Computable General Equilibrium Evaluation for Argentina. *Revista de Análisis Económico* 25 (1): 79-116.
- Chisari, Omar O., Antonio Estache y Carlos A. Romero (1999). Winners and Losers from the Privatization and Regulation of Utilities: Lessons from a General Equilibrium Model of Argentina. *The World Bank Economic Review* 13 (2).
- Chisari, Omar O., Javier Maquieyra y Carlos A. Romero (2010). CGE Lessons on Liberalization of Trade in Services: Argentina, Brazil and Uruguay. En C. de Miguel, J. Durán Lima, P. Giordano, J. Guzmán, A. Schuschny, y M. Watanuki (eds.). *Modeling Public Policies in Latin American and the Caribbean*. ECLAC y IDB.



- Cicowiez, Martín y Mercado, P. Rubén (2009). Modelos y Escenarios Multisectoriales. En B. Kosacoff y P. R. Mercado (eds.). *La Argentina ante la Nueva Internacionalización de la Producción: Crisis y Oportunidades*. CEPAL y PNUD.
- Cicowiez, Martín, Carolina Díaz-Bonilla y Eugenio Díaz-Bonilla (2010a). Argentina. En K. Anderson, J. Cockburn y W. Martin (eds.) (2010). *Agricultural Price Distortions, Inequality and Poverty*. Washington, D.C.: World Bank.
- Cicowiez, Martín, Leonardo Gasparini y Luciano Di Gresia (2010b). Argentina. En M. Sánchez, R. Vos, E. Ganuza, H. Lofgren y C. Díaz-Bonilla (eds.). *Public Policies for Human Development: Achieving the Millennium Development Goals in Latin America*. Palgrave Macmillan.
- de Melo, Jaime (1988). Computable General Equilibrium Models for Trade Policy Analysis in Developing Countries: A Survey. *Journal of Policy Modeling* 10 (4): 469-503.
- Dervis, Kemal, Jaime de Melo y Sherman Robinson (1982). *General Equilibrium Models for Development Policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Devarajan, Shantayanan y Sherman Robinson (2005). The Influence of Computable General Equilibrium Models on Policy. En Timothy J. Kehoe, T. N. Srinivasan y John Whalley. *Frontiers in Applied General Equilibrium Modeling*. Cambridge University Press.
- Di Gresia, Luciano (2009). Impacto Federal de Reformas Tributarias. Una Aproximación de Equilibrio General Computado. Anales Reunión Anual Asociación Argentina de Economía Política.
- Díaz-Bonilla, Carolina, Eugenio Díaz-Bonilla, Valeria Piñeiro y Sherman Robinson. (2004). El Plan de Convertibilidad, Apertura de la Economía y Empleo en Argentina: Una Simulación Macro-Micro de Pobreza y Desigualdad. En E. Ganuza, S. Morley, S. Robinson y R. Vos (eds.). *¿Quién se Beneficia del Libre Comercio?* UNDP/CEPAL/ISS/IFPRI.
- Dixon, Peter B y B. R. Parmenter (1996). Computable General Equilibrium Modeling for Policy Analysis and Forecasting. En H. M. Amman, D. A. Kendrick y J. Rust

- (eds.). *Handbook of Computational Economics* (Vol. 1). Amsterdam: North-Holland.
- Feltenstein, Andrew (1980). A General Equilibrium Approach to the Analysis of Trade Restrictions with an Application to Argentina. *IMF Staff Papers* 27: 749-784.
- Feltenstein, Andrew (1983). A Computational General Equilibrium Approach to the Shadow Pricing of Trade Restrictions and the Adjustment of the Exchange rate, with an Application to Argentina. *Journal of Policy Modeling* 5 (3): 333-361.
- Harberger, Arnold C. (1962). The Incidence of the Corporation Income Tax. *Journal of Political Economy* 70 (3): 215-240.
- Hertel, Thomas W. (ed.) (1997). *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johansen, Leif (1960). *A Multi-Sectoral Study of Economic Growth*. Amsterdam: North-Holland.
- Lofgren, Hans, Rebecca Lee Harris y Sherman Robinson (2002). A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS. *International Food Policy Research Institute (IFPRI) Microcomputers in Policy Research* 5.
- Lucas, Robert E. Jr (1976). Econometric Policy Evaluation: A Critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 1: 19-46.
- Méndez Parra, Maximiliano (2005). Modelo de Equilibrio General Dinámico para el Sector Agroalimentario. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos*. Proyecto FAO TCP/ARG/3002.
- Mercado, P. Ruben (2003). Empirical Economywide Modeling in Argentina. LLILAS Visiting Resource Professors Papers. University of Texas at Austin.
- Partridge, Mark D. y Dan S. Rickman (1998). Regional Computable General Equilibrium Modeling: A Survey and Critical Appraisal. *International Regional Science Review* 21 (3): 205-248.
- Pereira, A. M. y J. B. Shoven (1988). A Survey of Dynamic Computational General Equilibrium Models for Tax Policy Evaluation. *Journal of Policy Modeling* 10 (3): 401-436.

- Robinson, Sherman (1989). Multisectoral Models. En H. Chenery y T. N. Srinivasan (eds.). *Handbook of Development Economics* (Vol. 2). Amsterdam: North Holland.
- Robinson, Sherman (1991). Macroeconomics, Financial Variables, and Computable General Equilibrium Models. *World Development* 19 (11): 1509-1525.
- Robinson, Sherman (2006). Macro Models and Multipliers: Leontief, Stone, Keynes, and CGE Models. de Janvry, Alain y Kanbur, Ravi (eds.). *Poverty, Inequality and Development: Essays in Honor of Erik Thorbecke*. New York: Springer Science.
- Scarf, Herbert E. (1967). On the Computation of Equilibrium Prices. En W. Feliner (ed.). *Ten Economic Studies in the Tradition of Irving Fisher*. New York: Wiley.
- Serino, Leandro Antonio (2009). Productive Diversification in Natural Resource Abundant Countries. Shaker Publishing 2009.
- Shoven, John B. y John Whalley (1972). A General Equilibrium Calculation of the Effects of Differential Taxation of Income from Capital in the U.S. *Journal of Public Economics* 1 (3-4): 281-321.
- Shoven, John B. y John Whalley (1992). *Applying General Equilibrium*. Cambridge University Press.
- Shoven, John B., y John Whalley (1984). Applied General Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey. *Journal of Economic Literature* 22 (3): 1007-1051.
- Taylor, Lance (1990). *Socially Relevant Policy Analysis. Structuralist Computable General Equilibrium Models for the Developing*. The MIT Press.
- Thurlow, James (2004). A Dynamic Computable General Equilibrium (CGE) Model for South Africa: Extending the Static IFPRI Model. *Trade and Industrial Policy Strategies (TIPS) Working Paper 1-2004*.
- van Tongeren, Frank, Hans van Meijl y Yves Surry. (2001). Global Models Applied to Agricultural and Trade Policies: A Review and Assessment. *Agricultural Economics* 26: 149-172.

## **CAPITULO 2**

# **UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTADO PARA ARGENTINA**

Martín Cicowiez

Como se mencionó en la introducción, en este trabajo se desarrolló un modelo de equilibrio general computado (CGE; del inglés, Computable General Equilibrium) dinámico recursivo para evaluar el impacto de corto y largo plazo de diversos shocks sobre la economía argentina.<sup>8</sup> En este capítulo se presenta la estructura del modelo construido. Como veremos, el modelo es relativamente flexible en el sentido de que puede funcionar bajo distintos supuestos respecto de los mercados factoriales, de bienes y servicios, regla de cierre macroeconómico, entre otros elementos. Así, al momento de realizar una evaluación de política, puede estudiarse cómo varían los resultados cuando se modifica alguno de dichos supuestos. El modelo centra su atención en el lado real de la economía, dejando de lado los fenómenos financieros.

El resto del capítulo se organiza de la siguiente manera. En la Sección 2 se presenta la estructura matemática del modelo. En la Sección 3 se exponen los problemas de optimización de los que se derivan las ecuaciones de comportamiento del modelo; además, se obtienen las fórmulas de calibración que de ellas se desprenden. Asimismo, la Sección 3 describe la información necesaria para la calibración. La Sección 4 expone cómo puede extenderse el modelo a fin de optimizar las decisiones de política pública como respuesta a distintos shocks. Por último, la Sección 5 contiene algunos comentarios finales.

---

<sup>8</sup> El modelo puede utilizarse también de manera estática.

## 2. EL MODELO

En esta sección se presenta la estructura del modelo desarrollado. En primer lugar, se realiza una presentación discursiva. En segundo lugar, se describe con detalle la estructura matemática que lo conforma.

En términos generales, el modelo construido tiene algunas características que son usuales en la literatura de CGE.<sup>9</sup> Entre las características distintivas del modelo construido pueden destacarse las siguientes:

- el precio del bien que se consume domésticamente difiere según quién sea el demandante —así, es posible modelar el impuesto al valor agregado como un impuesto que recae únicamente sobre las ventas finales;
- se ofrecen varias alternativas para modelar el funcionamiento de los mercados factoriales – pueden definirse segmentos entre los que existe movilidad imperfecta; en particular, se asume que la movilidad del factor trabajo entre empleos urbanos y rurales es imperfecta;
- se provee una desagregación importante del sistema tributario, a fin de capturar las especificidades del caso argentino;
- la forma en que se modela el mercado laboral, permitiendo la existencia de desempleo endógeno con diferenciación entre los segmentos formal e informal del mercado de trabajo;
- el modelo brinda gran flexibilidad para la elección de la regla de cierre macroeconómico, con el objetivo de evaluar la sensibilidad de los resultados respecto del comportamiento macro que se asume;
- la composición doméstico/importado del consumo puede variar entre agentes económicos;
- pueden imponerse restricciones cuantitativas a la producción de las distintas actividades; así, se permite la evaluación de escenarios donde la producción

---

<sup>9</sup> En algunos aspectos, el modelo que aquí se presenta se encuadra en la tradición neoclásica-estructuralista; ver, entre otros, Dervis et al (1982), Robinson (1989) o Lofgren et al. (2002).

doméstica de algún sector particular (e.g., el sector energético) no puede incrementarse;

- pueden imponerse cuotas a las importaciones y exportaciones;
- se presta especial atención al modelado de la función de producción de los sectores intensivos en el uso de recursos naturales, agrícola y minero;
- se introduce una dinámica recursiva en la que la tasa de ahorro de las familias es función de la tasa de interés, que a su vez se utiliza como mecanismo para igualar ahorro e inversión; y
- la inversión por destino se determina en función de una aproximación a la  $q$  de Tobin.

Cada sector productivo está representado por una actividad que, se asume, maximiza sus beneficios enfrentando como restricción la tecnología de producción que – de manera algo simplificada -- se expone en la Figura 2.1.<sup>10</sup> En primer lugar, se combinan valor agregado e insumos intermedios en proporciones fijas. El valor agregado, a su vez, es una función CES (Elasticidad de Sustitución Constante) de los factores primarios de producción (i.e., trabajo, capital y – dependiendo del sector – recursos naturales). En el caso de los sectores de cultivos y ganaderos, el valor agregado puede incluir fertilizantes y alimento balanceado, respectivamente. Cada actividad puede producir uno o más bienes en proporciones fijas. A su vez, cada bien puede ser producido por más de una actividad. La producción total de cada bien puede destinarse al mercado doméstico o exportarse al resto del mundo; para modelar esta elección se utiliza una función CET (Elasticidad de Transformación Constante).

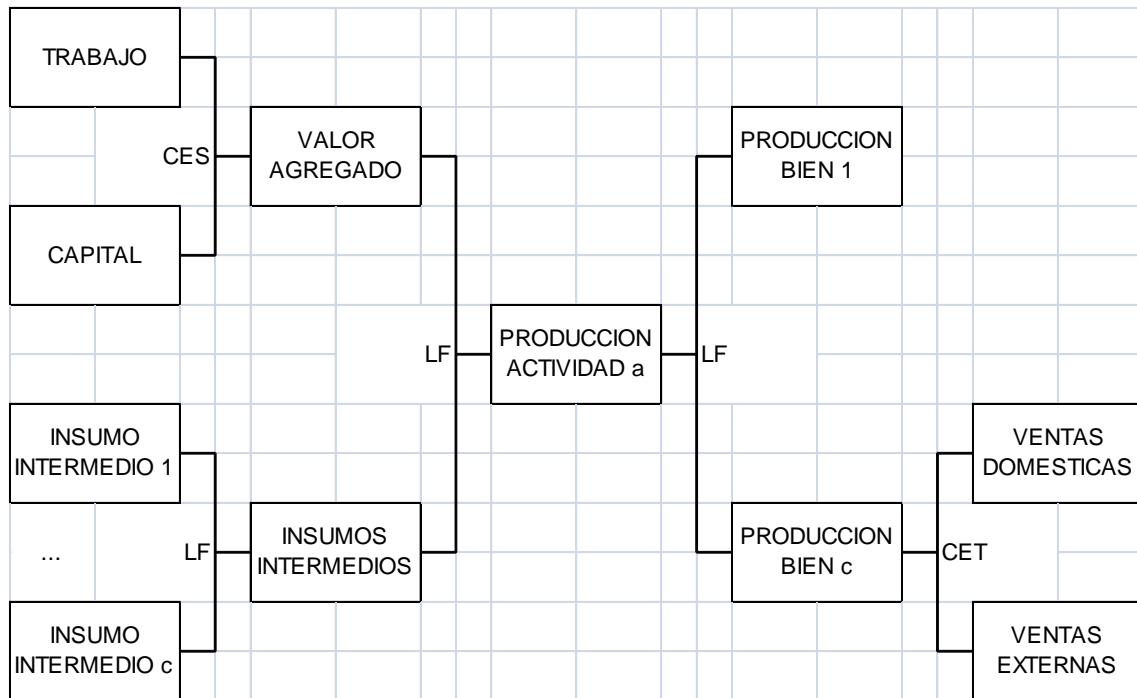
El uso de funciones de tipo CES/Leontief anidadas permite capturar relaciones de sustitución y complementariedad de manera relativamente simple. Además, dicha forma funcional asegura que se cumplan las condiciones de consistencia que impone la teoría económica. En cambio, formas funcionales más flexibles no siempre aseguran que se

---

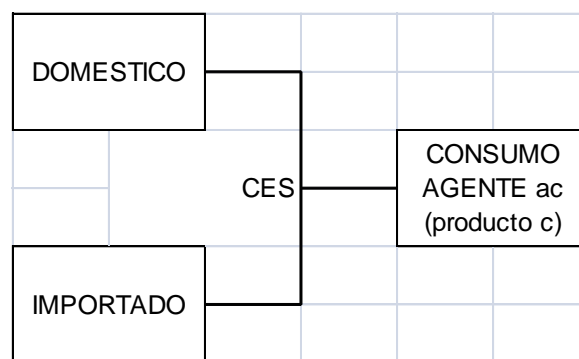
<sup>10</sup> Como veremos, la función de producción de los sectores intensivos en recursos naturales es algo diferente. Además, el trabajo puede desagregarse en varias categorías.

cumplan las condiciones de consistencia que impone la teoría económica; particularmente, cuando los shocks que se analizan son de magnitud importante (ver Dawkins (2001); Perroni y Rutherford (1998)).

*Figura 2.1: Lado de la producción*



*Figura 2.2: Lado del consumo*



Se identifican como instituciones a las empresas, los hogares, el gobierno y el resto del mundo. Los hogares obtienen su ingreso de los factores productivos que poseen, como así también de las transferencias que reciben de las demás instituciones incluidas en el modelo. Dicho ingreso lo emplean para comprar los bienes que consumen, ahorrar, pagar impuestos directos y realizar transferencias a las demás instituciones. Las

empresas se modelan de forma similar a los hogares, con la diferencia que no consumen bienes.<sup>11</sup> El gobierno recibe la recaudación tributaria al mismo tiempo que consume bienes, realiza transferencias a los hogares y ahorra. El resto del mundo demanda exportaciones al mismo tiempo que ofrece importaciones. En general, se asume que Argentina es un país pequeño, por lo que toma como dados los precios internacionales de los bienes. El negativo del saldo de la cuenta corriente de la balanza de pagos es el ahorro del resto del mundo.

El modelo identifica ocho tipos de impuestos: (1) al ingreso de las instituciones domésticas diferentes del gobierno, (2) a las actividades, (3) al consumo, (4) al consumo final (i.e., impuesto al valor agregado), (5) a las exportaciones, (6) a las importaciones, (7) al ingreso factorial, y (8) a la utilización de factores de producción por parte de las actividades productivas.

Se asume que los bienes se diferencian según el país de origen (Armington, 1969). Así, puede modelarse el comercio en dos direcciones (i.e., el mismo bien se importa y exporta simultáneamente). La agregación entre bienes domésticos e importados se realiza al nivel de cada agente económico (ver Figura 2.2), y no en la frontera. Es decir, la composición doméstico/importado del consumo varía según cuál sea el destino de los bienes. El supuesto de sustitución imperfecta entre importaciones y compras domésticas se implementa con una función de tipo de CES. Por el lado de la producción, se realiza un supuesto simétrico; las exportaciones son un sustituto imperfecto de las ventas al mercado doméstico – como se mencionó, se utiliza una función de tipo CET.

El modelo contempla varias alternativas de modelado para los mercados factoriales: (1) pleno empleo, (2) desempleo endógeno generado por una curva de salarios (Figura 2.3.a), (3) desempleo endógeno generado por la existencia de un salario real inflexible a la baja (Figura 2.3.b), y (4) (sólo válida para factores trabajo) el factor seleccionado se modela con salario real fijo (i.e., la oferta trabajo se vuelve horizontal) al mismo tiempo que se agrega un factor de distorsión que permite generar el ahorro necesario para

---

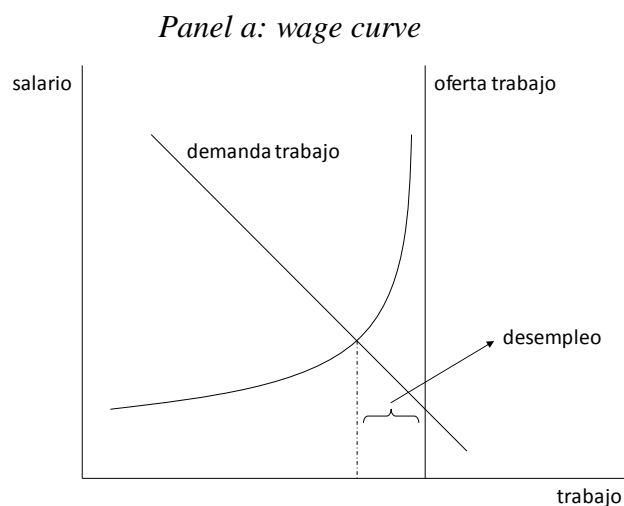
<sup>11</sup> En general, se asume que las empresas reciben la remuneración del factor capital al tiempo que transfieren parte de su ingreso a sus dueños (i.e., distribución de beneficios), que pueden ser los hogares o el gobierno. La inclusión o no de empresas depende de la información recopilada en la SAM.



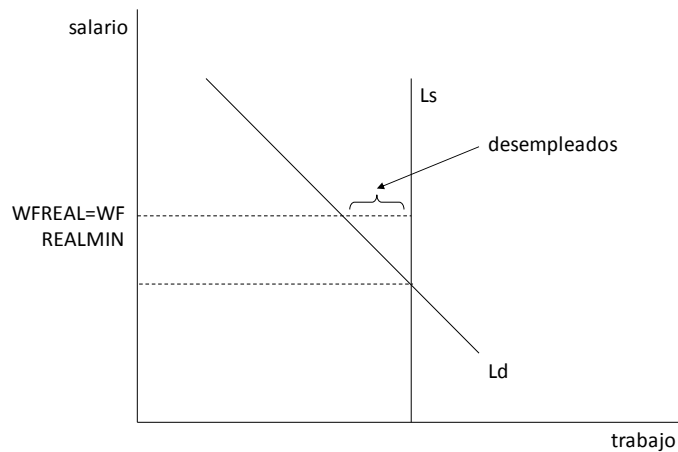
financiar una inversión que, en este caso particular, se asume exógena. Como veremos, la distorsión mencionada puede explicarse por arreglos institucionales que no se determinan dentro del modelo; así el modelo puede funcionar bajo un régimen de tipo “keynesiano” (ver Robinson (2006)). En este caso, el salario se desvía del valor del producto marginal del trabajo; justamente, el tamaño de la distorsión mide qué tan lejos está una variable de la otra.

Además, el modelo permite segmentar los mercados factoriales. En particular, pueden definirse los segmentos urbano y rural a partir de las actividades agrícolas y no agrícolas, respectivamente. Así, para cada uno de los factores productivo puede elegirse el grado de movilidad inter-sectorial: perfecta, imperfecta, e inmóvil. En la versión dinámica del modelo, se asume que el capital se vuelve inmóvil una vez instalado. La disponibilidad de distintas formas para equilibrar oferta y demanda de factores primarios de producción permite evaluar la sensibilidad de los resultados a los supuestos del modelo. El mismo comentario se aplica a la variedad de reglas de cierre macroeconómico que pueden utilizarse.

*Figura 2.3.a: Mercado Laboral*

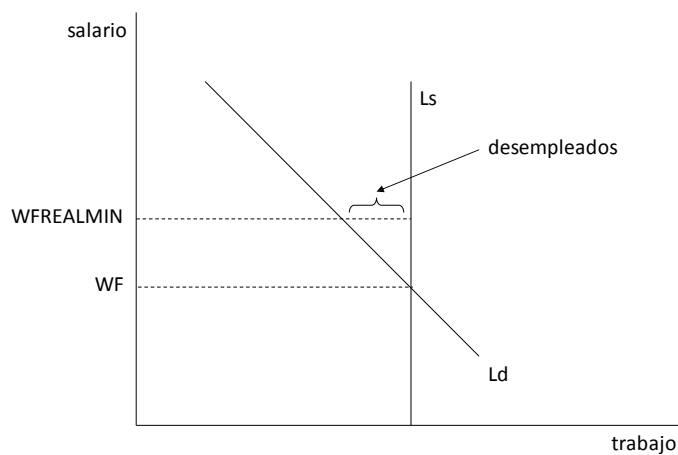


*Panel 2.3.b: desempleo Clásico*



Adicionalmente, el modelo puede incorporar un mercado laboral segmentado en formal e informal; sin embargo, se asume que los trabajadores formales desempleados pueden ocuparse en el sector informal de la economía. La formulación que se presenta sigue de cerca a Devarajan et al. (1999), pero agregando la posibilidad de que parte de la fuerza laboral permanezca desempleada. El funcionamiento del mercado laboral se ilustra en la Figura 2.4; los paneles a y b muestran el mercado de trabajo formal e informal, respectivamente. En el mercado formal los trabajadores reciben un salario mínimo ( $WF_{REALMIN}$ ), superior al que igualaría oferta con demanda. Luego, parte de esos trabajadores se ocupan en el segmento informal del mercado laboral.

*Figura 2.4.a: El Mercado de Trabajo Formal*





## **SUBÍNDICES**

En la presentación matemática del modelo se utilizan los siguientes subíndices<sup>12</sup>:

$ac$	subíndice global; contiene a todos los demás
$a(ac)$	actividades
$aprv(a)$	actividades privadas
$apub(a)$	actividades públicas
$acrop(a)$	actividades clasificadas como cultivos
$alvstk(a)$	actividades clasificadas como ganaderas
$c(ac)$	bienes
$cfert(ac)$	bienes clasificados como fertilizante
$cfeed(ac)$	bienes clasificados como alimento balanceado
$f(ac)$	factores
$fcap(f)$	factores capital
$fxog(f)$	factores con tasa de crecimiento exógena
$i(ac)$	instituciones
$insd(i)$	instituciones domésticas
$insdng(insd)$	instituciones domésticas diferentes del gobierno
$h(insdng)$	hogares
$ent(insdng)$	empresas
$gz$	todos los segmentos de los mercados factoriales
$gs$	segmentos de los mercados factoriales entre los que existe movilidad imperfecta
$t$	tiempo

---

<sup>12</sup> La notación  $i(j)$  significa que  $i$  es un subconjunto de  $j$ .

El subíndice  $gz$  se define como  $gz = \{\text{urbano, rural, total}\}$ . Por su parte,  $gs$  es un subconjunto de  $gz$  que sólo contiene los elementos “urbano” y “rural”. Como veremos, el modelo permite modelar mercados factoriales nacionales (i.e., sólo para el elemento “total” de  $gz$ ) o segmentados con movilidad imperfecta entre los elementos de  $gs$ .

Además, se emplea la siguiente notación:

mayúsculas para variables endógenas,

minúsculas para variables exógenas,

letras griegas para parámetros de comportamiento, y

los nombres de las entidades que representan cantidades y precios empiezan con Q y P, respectivamente.

## **VARIABLES**

$CALTFP_t$	TFP para calibración dinámica
$CF_{h,t}$	consumo futuro
$CPI_t$	índice de precios al consumidor
$DPI_t$	índice de precios domésticos al productor
$DSQ_{c,ac,t}$	cambio SQ bien $c$ agente $ac$
$EG_t$	gasto del gobierno
$EH_{h,t}$	gasto de consumo del hogar $h$
$EXR_t$	tipo de cambio (moneda domestica por unidad moneda resto mundo)
$FSAV_t$	ahorro del resto mundo (moneda del resto mundo)
$FSAVGDP_t$	participación de FSAV en PBI nominal precios mercado
(pm)	
$GDAJ_t$	factor de ajuste para el consumo gobierno

$GDPNOM_t$	PBI nominal a precios de mercado
$GDPREALFC_t$	PBI real a costo factores
$GOVCONABS_t$	participación del consumo del gobierno en la absorción
$GOVCONGDP_t$	participación del consumo del gobierno en el PBI nominal
pm	
$GSAV_t$	ahorro del gobierno
$GSAVGDP_t$	participación del GSAV en el PBI nominal pm
$IADJ_t$	factor de ajuste para la inversión privada
$IGADJ_t$	factor ajuste para la inversión pública
$IND_{f,a,t}$	nuevo capital tipo $fcap$ en actividad $a$ – inversión por sector de destino
$INSSAV_{i,t}$	ahorro institución domestica no gubernamental $i=insdng$
$INTRAT_t$	tasa de interés
$INVABS_t$	participación inversión en absorción
$INVGDP_t$	participación inversión en PBI nominal pm
$INVTOT_t$	valor inversión total privada
$INVTOTG_t$	valor inversión total pública
$MPS_{i,t}$	propensión marginal ahorrar institución $i=ent$
$MPSADJ_t$	factor ajuste propensión marginal ahorrar
$PA_{a,t}$	precio actividad $a$
$PCAP_t$	precio nuevo capital privado
$PCAPG_t$	precio nuevo capital público

$PD_{c,t}$	precio bien $c$ doméstico
$PDREAL_{c,t}$	precio real (en términos del IPC) bien $c$ domestico
$PE_{c,t}$	precio del bien $c$ exportación
$PF_t$	precio del consumo futuro
$PINTA_{a,t}$	precio del agregado de insumos intermedios de la actividad $a$
$PM_{c,ac,t}$	precio bien $c$ importación agente $ac$ moneda
$PQD_{c,ac,t}$	precio demanda bien Armington $c$ agente $ac$
$PQDREAL_{c,ac,t}$	precio real (en términos del IPC) demanda bien Armington $c$ agente $ac$
$PQS_{c,ac,t}$	precio oferta bien compuesto $c$ agente $ac$
$PVA_{a,t}$	precio valor agregado actividad $a$
$PWE_{c,t}$	precio exportación bien $c$ (moneda resto mundo)
$PX_{c,t}$	precio productor bien $c$
$QA_{a,t}$	producción actividad $a$
$QD_{c,ac,t}$	compras bien $c$ domestico agente $ac$
$QDS_{c,t}$	ventas bien $c$ doméstico
$QDST_{c,t}$	variación existencias bien $c$
$QE_{c,t}$	exportaciones bien $c$
$QF_{f,a,t}$	demanda factor $f$ actividad $a$
$QFINS_{i,f,t}$	dotación factor $f$ institución $i$
$QFS_{f,gz,t}$	oferta factor $f$ región $gz$

$QG_{c,t}$	consumo bien $c$ gobierno
$QH_{c,h,t}$	consumo bien $c$ hogar $h$
$QINT_{c,a,t}$	consumo intermedio bien $c$ actividad $a$
$QINTA_{a,t}$	agregado insumos intermedios actividad $a$
$QINV_{c,t}$	demanda para inversión privada bien $c$
$QINVG_{c,t}$	demanda para inversión pública bien $c$
$QM_{c,ac,t}$	importaciones bien $c$ agente $ac$
$QQ_{c,ac,t}$	demanda doméstica bien Armington $c$ (M+D) agente $ac$
$QVA_{a,t}$	valor agregado actividad $a$
$QX_{c,t}$	oferta doméstica bien compuesto $c$ (E+D)
$REGTQ_{c,ac,t}$	tasa subsidio endógeno para regulación precio bien $c$ agente $ac$
$REXR_t$	tipo de cambio real
$SHIF_{i,f,t}$	participación institución $i$ en ingreso factor $f$
$SQ_{c,ac,t}$	tasa subsidio ventas bien $c$ agente $ac$
$SQADJ_t$	factor ajuste SQ
$TA_{a,t}$	tasa impuesto producción actividad $a$
$TAADJ_t$	factor ajuste TA
$TABS_t$	absorción total
$TE_{c,t}$	tasa impuesto exportaciones bien $c$
$TEADJ_t$	factor ajuste TE
$TF_{f,t}$	tasa impuesto ingreso factor $f$



$TFACT_{f,a,t}$	tasa impuesto utilización factor $f$ actividad $a$
$TFACTADJ_t$	factor ajuste TFACT
$TFADJ_t$	factor ajuste TF
$TM_{c,ac,t}$	tasa arancel bien $c$ agente $ac$
$TMADJ_t$	factor ajuste TM
$TOTREGTQ_t$	recaudación total por regulación precio
$TOTRNTQAMAX_t$	renta total por cuota producción
$TQ_{c,ac,t}$	tasa impuesto ventas bien $c$ agente $ac$
$TQADJ_t$	factor ajuste TQ
$TREV_t$	recaudación tributaria
$TRII_{i,i',t}$	transferencia desde institución $i=insdng$ hacia institución $i'$
$TV_{c,ac,t}$	tasa impuesto valor agregado bien $c$ agente $ac$
$TVADJ_t$	factor ajuste TV
$TY_{i,t}$	tasa impuesto institución $i=insdng$
$TYADJ_t$	factor ajuste TY
$UCCAP_{f,a,t}$	user cost of capital
$UERAT_{f,gz,t}$	tasa desempleo factor $f$ segmento (región) $gz$
$URNTQAMAX_{a,t}$	renta unitaria cuota producción actividad $a$
$URNTQEMAX_{c,t}$	renta unitaria cuota exportación
$URNTQMMAX_{c,t}$	renta unitaria cuota importación
$WALRAS_t$	para comprobar cumplimiento Ley Walras
$WF_{f,gz,t}$	precio factor $f$ segmento $gz$

$WFA_{f,a,t}$	remuneración factor $f$ en actividad $a$
$WFDIST_{f,a,t}$	factor distorsión remuneración factor $f$ actividad $a$
$WFREAL_{f,gz,t}$	remuneración real factor $f$ segmento $gz$
$WFREALMIN_{f,gz,t}$	salario real mínimo factor $f$ segmento $gz$
$YF_{f,t}$	ingreso factor $f$
$YG_t$	ingreso gobierno
$YI_{i,t}$	ingreso institución $i=insdng$
$YIF_{i,f,t}$	ingreso institución $i$ del factor $f$
$ZETA_{f,gz,t}$	distorsión institucional para mantener nivel empleo exógeno factor $f$ segmento $gz$

Las siguientes variables están definidas sólo para las actividades clasificadas como cultivos (i.e.,  $a \in acrop$ ):

$PFERT_{a,t}$	precio agregado fertilizantes actividad $a$
$PKT_{a,t}$	precio agregado capital-tierra actividad $a$
$PKTFERT_{a,t}$	precio agregado capital-tierra-fertilizante actividad $a$
$QFERT_{a,t}$	volumen agregado fertilizantes actividad $a$
$QKT_{a,t}$	volumen agregado capital-tierra actividad $a$
$QKTFERT_{a,t}$	volumen agregado capital-tierra-fertilizante actividad $a$

Las siguientes variables están definidas sólo para las actividades clasificadas como ganaderas (i.e.,  $a \in alvstk$ ):

$PFEED_{a,t}$	precio alimento balanceado actividad $a$
$PKL_{a,t}$	precio capital-trabajo actividad $a$
$PTFEED_{a,t}$	precio tierra-alimento balanceado actividad $a$

$QFEED_{a,t}$	volumen agregado alimento balanceado actividad $a$
$QKL_{a,t}$	volumen agregado capital-trabajo actividad $a$
$QTFEED_{a,t}$	volumen agregado tierra-alimento balanceado actividad $a$

## PARÁMETROS

### VARIABLES EXÓGENAS

$\overline{qinv}_{c,t}$	demanda para inversión privada bien $c$ inicial
$\overline{qinvg}_{c,t}$	demanda para inversión pública bien $c$ inicial
$\overline{mps}_{i,t}$	propensión marginal ahorrar hogar $h$ inicial
$\overline{qg}_{c,t}$	consumo gobierno bien $c$ inicial
$transfr_{ac,i,t}$	transferencia desde institución $i$ a cuenta $ac$
$shü_{i,i',t}$	participación transferencia desde $i'$ a $i$ en ingreso $i'$
$pwm_{c,t}$	precio importación bien $c$ (moneda resto mundo)
$pwise_{c,t}$	precio mundial sustitutos exportaciones bien $c$
$\overline{ta}_{a,t}$	tasa impuesto producción actividad $a$ inicial
$\overline{te}_{a,t}$	tasa impuesto exportaciones bien $c$ inicial
$\overline{tfact}_{f,a,t}$	tasa impuesto utilización factor $f$ actividad $a$ inicial
$\overline{tf}_{f,t}$	tasa impuesto ingreso factor $f$ inicial
$\overline{tm}_{c,ac,t}$	tasa arancel bien $c$ inicial agente $ac$
$\overline{tq}_{c,ac,t}$	tasa impuesto ventas bien $c$ agente $ac$ inicial
$\overline{tv}_{c,ac,t}$	tasa impuesto valor agregado bien $c$ agente $ac$ inicial
$\overline{ty}_{i,t}$	tasa impuesto ingreso institución $i=insdng$ inicial

$\overline{sq}_{c,ac,t}$	tasa subsidio ventas bien $c$ agente $ac$ inicial
$qdstd_{c,t}$	variación existencias dom bien $c$
$qdstm_{c,t}$	variación existencias imp bien $c$
$ueratmin_{f,gz,t}$	tasa desempleo mínima factor $f$ región $gz$
$qemax_{c,t}$	volumen cuota exportación bien $c$
$qmma_{c,t}$	volumen cuota importación bien $c$
$fsavmax_i$	FSAV máximo
$\overline{qe}_{c,t}$	demanda exportaciones bien $c$ si $pwse = PWE$
$\overline{wfrealm}_{f,gz,t}$	salario real mínimo factor $f$ segmento $gz$ inicial
$pop_t$	población
$qamax_{a,t}$	volumen cuota producción actividad $a$
$shrregfac_f$	participación factor $f$ en subsidio o impuesto para modelar sector regulado
$shrregins_i$	participación institución $i$ en subsidio o impuesto para modelar sector regulado
$shrrentfac_f$	participación factor $f$ en renta cuota producción
$shrrentins_i$	participación institución $i$ en renta cuota producción

#### PARÁMETROS DE COMPORTAMIENTO

$sh0_i$	ordenada al origen función de ahorro institución $i=ent$
$\delta_{f,a}^{va}$	participación factor $f$ en valor agregado actividad $a$
$\phi_a$	parámetro escala en valor agregado actividad $a$
$tfp_{a,t}$	parámetro con la TFP

$\sigma v a_a$	elasticidad sustitución en valor agregado actividad $a$
$\rho v a_a$	exponente función valor agregado actividad $a$
$\theta_{a,c}$	producción bien $c$ por unidad actividad $a$
$ica_{c,a}$	consumo intermedio bien $c$ por unidad del agregado de insumos intermedios actividad $a$
$iva_a$	valor agregado por unidad actividad $a$
$inta_a$	insumos intermedios por unidad actividad $a$
$qhmin_{c,h,t}$	consumo subsistencia bien $c$ hogar $h$
$\beta_{c,h}$	participación marginal bien $c$ en consumo hogar $h$
$cfmin_{h,t}$	consumo futuro minimo hogar $h$
$shl_i$	propensión marginal a ahorrar institución $i=h$
$\rho$	tasa preferencia intertemporal
$\delta q_{c,ac}^M$	participación importaciones bien $c$ en armington $q$ agente $ac$
$\delta q_{c,ac}^D$	participación bien domestico $c$ en armington $q$ agente $ac$
$\phi q_{c,ac}$	parámetro escala en armington $q$ agente $ac$
$\sigma q_{c,ac}$	elasticidad sustitución armington $q$ agente $ac$
$\rho q_{c,ac}$	exponente función armington $q$ agente $ac$
$\delta t_c^E$	participación exportaciones bien $c$ en CET X
$\delta t_c^D$	participación bien domestico $c$ en CET X
$\phi t_c$	parámetro escala en CET X
$\sigma t_c$	elasticidad transformación CET X

$\rho_t^c$	exponente función CET X
$\eta_c$	elasticidad-precio demanda exportaciones bien $c$
$cwts_{c,h}$	ponderación bien $c$ en canasta consumo hogar $h$
$dwts_c$	ponderación bien $c$ en IPP
$phillips_{f,gz}$	elasticidad curva de salarios factor $f$ segmento $gz$
$\kappa_{f,gz}$	parámetro escala wage curve factor $f$ región $gz$
$\delta_c^{INV}$	parámetro participación bien $c$ en valor inversión total privada
$\phi^{INV}$	parámetro escala función producción inversión total privada
$\delta_c^{INVG}$	parámetro participación bien $c$ en valor inversión total pública
$\phi^{INVG}$	parámetro escala función producción inversión total pública
$\Omega_{f,a}^{INV}$	parámetro escala función demanda inversión sectorial
$\eta_{f,a}^{INV}$	elasticidad- $q$ de Tobin nuevo capital sectorial
$\delta_{f,gz}^{SLU}$	participación segmento $gz$ en oferta factor $f$
$\sigma_f^{SLU}$	elasticidad transformación factor $f$ entre segmentos $gs$
$\rho_f^{SLU}$	exponente función CET segmentos $gs$
$\delta_a^{KT}$	parámetro distribución capital-tierra
$\delta_a^{FERT}$	parámetro distribución fertilizante
$\phi_a^{KTFERT}$	parámetro escala capital-tierra-fertilizante
$\sigma_a^{KTFERT}$	elasticidad sustitución KT y FERT

$\rho_a^{KTFERT}$	parámetro elast sustitución KT y FERT
$\delta_{f,a}^L$	parámetro distribución trabajo
$\delta_a^{KTFERT}$	parámetro distribución capital-tierra-fertilizante
$\phi_a^{VA}$	parámetro escala trabajo-capital-tierra-fertilizante
$\sigma_a^{VA}$	elasticidad sustitución valor agregado
$\rho_a^{VA}$	parámetro elast sustitución valor agregado
$\delta_{f,a}^K$	parámetro distribución capital
$\delta_{f,a}^T$	parámetro distribución tierra
$\phi_a^{KT}$	parámetro escala capital-tierra
$\sigma_a^{KT}$	elasticidad sustitución capital-tierra
$\rho_a^{KT}$	parámetro elast sustitución capital-tierra
$\delta_{c,a}^{CFERT}$	parámetro distribución FERT c en actividad a
$\phi_a^{FERT}$	parámetro escala FERT
$\sigma_a^{FERT}$	elasticidad sustitución componentes FERT
$\rho_a^{FERT}$	parámetro elast sustitución componentes FERT
$\delta_a^{TFEED}$	parámetro distribución tierra-alimento balanceado
$\delta_a^{KL}$	parámetro distribución capital-trabajo
$\phi_a^{KL}$	parámetro escala capital-trabajo
$\sigma_a^{KL}$	elasticidad sustitución capital-trabajo
$\rho_a^{KL}$	parámetro elast sustitución capital-trabajo
$\delta_a^{FEED}$	parámetro distribución FEED
$\phi_a^{TFEED}$	parámetro escalada tierra-alimento balanceado

$\sigma_a^{TFEED}$	elasticidad sustitución tierra-alimento balanceado
$\rho_a^{TFEED}$	parámetro elast sustitución tierra-alimento balanceado
$\delta_{c,a}^{CFEED}$	parámetro distribución FEED c en actividad a
$\phi_a^{FEED}$	parámetro escala componentes FEED
$\sigma_a^{FEED}$	elasticidad sustitución componentes FEED
$\rho_a^{FEED}$	parámetro elast sustitución componentes FEED

## ECUACIONES

### FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

El modelo contiene funciones de producción para tres grupos de actividades productivas: cultivos, sectores ganaderos, y el resto. La principal diferencia entre ellas radica en la composición del valor agregado. Los sectores de cultivos y ganaderos incorporan la posibilidad de sustituir factores primarios de producción por fertilizantes y alimento balanceado, respectivamente. La presentación de la función de producción se realiza en niveles, desde arriba (agregado) hacia abajo (desagregado).

NIVEL 1. El valor agregado y los insumos intermedios se combinan mediante una función Leontief. Así, la ecuación (FP1) indica que el valor agregado es una proporción fija del nivel de producción de la actividad. La condición de beneficios nulos en la producción de la actividad  $a$  se establece en la ecuación (FP2). De la ecuación (FP2) se obtiene, implícitamente, el precio del valor agregado; las demás variables que aparecen en dicha ecuación se determinan en otras ecuaciones del modelo. El agregado de insumos intermedios que emplea cada actividad también es una proporción fija de su nivel de producción (ecuación (FP3)). El precio del agregado de insumos intermedios se obtiene como un promedio ponderado del precio de cada uno de los bienes que se demanda como insumo intermedio (ecuación (FP4)). El coeficiente  $ica_{c,a}$  indica la cantidad del bien  $c$  que se emplea en la actividad  $a$  por unidad de  $QINTA_a$ .

$$QVA_{a,t} = iv_a Q A_{a,t} \quad (FP1)$$



$$PA_{a,t}(1-TA_{a,t}-URNTQAMAX_{a,t})QA_{a,t} = PVA_{a,t}QVA_{a,t} + PINTA_{a,t}QINTA_{a,t} \quad (FP2)$$

$$QINTA_{a,t} = inta_a QA_{a,t} \quad (FP3)$$

$$PINTA_{a,t} = \sum_c PQD_{c,a,t} ica_{ca} \quad (FP4)$$

NIVEL 2. Las ecuaciones (FP5) y (FP6) son las condiciones de primer orden del problema de optimización que resuelve la firma para determinar la composición óptima del valor agregado (ver Sección 3). La tecnología de producción de valor agregado es de tipo CES (elasticidad de sustitución constante). La ecuación (FP7) define la remuneración factorial en cada sector como el producto del salario promedio del factor y un factor de distorsión. Así, la remuneración al factor  $f$  que paga la actividad  $a$  se calcula como el producto de  $WF_{f,gz,t}$  y  $WFDIST_{f,a,t}$ . En consecuencia, la remuneración que recibe cada factor  $f$  puede diferir entre actividades. Como veremos, esta forma de computar la remuneración del factor  $f$  en cada actividad permite implementar, con relativa facilidad, reglas de cierre alternativas (i.e., formas de equilibrar oferta y demanda) en los mercados factoriales.

La variable  $ZETA_{f,gz,t}$  (ver ecuación (FP6)) se hace endógena cuando se desea imponer una regla de cierre macroeconómico de tipo keynesiano, donde incrementos exógenos de la demanda final se traducen en un nivel de empleo más elevado. En este caso particular, la remuneración al factor capital se computa de manera residual – el subíndice  $fcap$  debe contener un único elemento. De hecho, la ecuación (FP6') reemplaza a la (FP6) cuando se asume que la remuneración al capital se determina de manera residual. La formulación anterior implica que la distorsión que genera la variable  $ZETA_{f,gz,t}$  – necesaria para igualar ahorro e inversión – es financiada por el capital.<sup>13</sup>

Los insumos intermedios también son una proporción fija del producto. Nótese, sin embargo, que en la ecuación (FP8) los insumos intermedios aparecen como una

---

<sup>13</sup> Alternativamente, puede interpretarse como un subsidio al empleo pero financiado por los dueños del factor capital, no por el gobierno. La discusión de las reglas de cierre macroeconómico se realiza más adelante en esta sección.

proporción fija del agregado de insumos intermedios que, a su vez, es una proporción fija del producto (ver ecuación (FP3)).

$$QVA_{a,t} = CALTFP_{i,a} \phi_{a,t} p_{a,t} \left( \sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a,t}^{-\rho va_a} \right)^{-\frac{1}{\rho va_a}} \quad (FP5)$$

$$QF_{f,a,t} = \left( \frac{PVA_{a,t}}{WFA_{f,a,t} (1 + TFACT_{f,a,t})} \right)^{\sigma va_a} (\delta_{f,a}^{va_a})^{\sigma va_a} (CALTFP_{i,a} \phi_{a,t} p_{a,t})^{\sigma va_a - 1} QVA_{a,t} ZETA_{f,gz,t} \quad (FP6)$$

$$WFA_{fcap,a,t} (1 + TFACT_{fcap,a,t}) QF_{fcap,a,t} = PVA_{a,t} QVA_{a,t} - \sum_{f \in fncap} (WFA_{f,a,t} (1 + TFACT_{f,a,t}) QF_{f,a,t}) \quad (FP6')$$

$$WFA_{f,a,t} = WF_{f,gz,t} WFDIST_{f,a,t} \quad gz \in mapfgza(f, gz, a) \quad (FP7)$$

$$QINT_{c,a,t} = ica_{c,a} QINTA_{a,t} \quad (FP8)$$

FUNCION DE PRODUCCION CULTIVOS. El siguiente bloque de ecuaciones describe la función de producción de valor agregado para las actividades agrícolas clasificadas como cultivos. Así, las ecuaciones (CR1)-(CR11) se definen para  $a \in acrop$ . La formulación que se utiliza está basada en modelos computacionales de equilibrio parcial aplicados al sector agrícola.<sup>14</sup> En términos generales, se trata de modificar las ecuaciones de comportamiento que determinan la función de producción de los sectores de cultivos. Así, se captura la posibilidad de sustitución entre la utilización de fertilizantes y tierra agrícola. Las decisiones que toma el productor se presentan separadas en niveles, comenzando desde el superior que se refiere a la composición del valor agregado  $QVA_{a,t}$ . Por su parte, la combinación de valor agregado con insumos intermedios se modela igual que para las actividades no agrícolas.

NIVEL 1. La ecuación (CR1) computa el valor agregado de las actividades agrícolas a partir de combinar (1) un agregado de capital-tierra-fertilizante, y (2) un agregado de

---

<sup>14</sup> En Chisari y Cicowiez (2009) se revisa la literatura que utiliza modelos computacionales de equilibrio aplicados al sector agrícola. En van der Mensbrugge (2005) y Roman y Hertel (2005) se utiliza una formulación similar a la aquí implementada.

trabajo. La demanda de cada uno de ellos se determina en las ecuaciones (CR2) y (CR3), respectivamente. Como se observa, se utiliza una función CES para combinar trabajo y capital-tierra-fertilizante. De hecho, todas las agregaciones de este bloque de ecuaciones se realizan empleando funciones CES.

$$QVA_{a,t} = CALTFP_{a,t} \phi_a^{VA} tff_{a,t} \left( \sum_{f \in flab} \delta_{f,a}^L QF_{f,a,t}^{-\rho_a^{VA}} + \delta_a^{KTFERT} QKTFERT_{a,t}^{-\rho_a^{VA}} \right)^{-\frac{1}{\rho_a^{VA}}} \quad (CR1)$$

$$QKTFERT_{a,t} = \left( \frac{PVA_{a,t}}{PKTFERT_{a,t}} \right)^{\sigma_a^{VA}} (\delta_a^{KTFERT})^{\sigma_a^{VA}} QVA_{a,t} (CALTFP_{a,t} \phi_a^{VA} tff_{a,t})^{\sigma_a^{VA}-1} \quad (CR2)$$

$$QF_{f,a,t} = \left( \frac{PVA_{a,t}}{WFA_{f,a,t}} \right)^{\sigma_a^{VA}} \quad f \in flab \quad (CR3)$$

$$(\delta_{f,a}^L)^{\sigma_a^{VA}} QVA_{a,t} (CALTFP_{a,t} \phi_a^{VA} tff_{a,t})^{\sigma_a^{VA}-1}$$

NIVEL 2. A su vez, la composición del agregado capital-tierra-fertilizante se determina en las ecuaciones (CR4) (capital-tierra) y (CR5) (fertilizante). El precio de dicho agregado se calcula en la ecuación (CR6).

$$QKT_{a,t} = \left( \frac{PKTFERT_{a,t}}{PKT_{a,t}} \right)^{\sigma_a^{KTFERT}} (\delta_a^{KT})^{\sigma_a^{KTFERT}} QKTFERT_{a,t} (\phi_a^{KTFERT})^{\sigma_a^{KTFERT}-1} \quad (CR4)$$

$$QFERT_{a,t} = \left( \frac{PKTFERT_{a,t}}{PFERT_{a,t}} \right)^{\sigma_a^{KTFERT}} (\delta_a^{FERT})^{\sigma_a^{KTFERT}} QKTFERT_{a,t} (\phi_a^{KTFERT})^{\sigma_a^{KTFERT}-1} \quad (CR5)$$

$$PKTFERT_{a,t} QKTFERT_{a,t} = PFERT_{a,t} QFERT_{a,t} + PKT_{a,t} QKT_{a,t} \quad (CR6)$$

NIVEL 3a. La composición del agregado capital-tierra se computa en las ecuaciones (CR7) (capital) y (CR8) (tierra). El precio de dicho agregado se calcula en la ecuación (CR9).

$$QF_{f,a,t} = \left( \frac{PKT_{a,t}}{WFA_{f,a,t}} \right)^{\sigma_a^{KT}} (\delta_{f,a}^K)^{\sigma_a^{KT}} QKT_{a,t} (\phi_a^{KT})^{\sigma_a^{KT}-1} \quad f \in fcap \quad (CR7)$$

$$QF_{f,a,t} = \left( \frac{PKT_{a,t}}{WFA_{f,a,t}} \right)^{\sigma_a^{KT}} (\delta_{f,a}^T)^{\sigma_a^{KT}} QKT_{a,t} (\phi_a^{KT})^{\sigma_a^{KT}-1} \quad f \in fland \quad (CR8)$$

$$PKT_{a,t} QKT_{a,t} = \sum_{f \in fland} WFA_{f,a,t} QF_{f,a,t} + \sum_{f \in fcap} WFA_{f,a,t} QF_{f,a,t} \quad (CR9)$$

NIVEL 3b. La composición por bien identificado en la SAM del agregado de fertilizante se determina en la ecuación (CR10). Por último, la ecuación (CR11) calcula el precio del agregado de fertilizantes. En nuestro caso, la SAM construida identifica un único bien que se clasifica como fertilizante (i.e., “productos químicos”).

$$QINT_{c,a,t} = \left( \frac{PFERT_{a,t}}{PQD_{c,a,t}} \right)^{\sigma_a^{FERT}} (\delta_{c,a}^{CFERT})^{\sigma_a^{FERT}} QFERT_{a,t} (\phi_a^{FERT})^{\sigma_a^{FERT}-1} \quad c \in cfert \quad (CR10)$$

$$PFERT_{a,t} QFERT_{a,t} = \sum_{c \in cfert} PQD_{c,a,t} QINT_{c,a,t} \quad (CR11)$$

FUNCION DE PRODUCCION GANADERIA. El siguiente bloque de ecuaciones describe la función de producción de valor agregado para las actividades agrícolas clasificadas como ganaderas. Así, las ecuaciones (LV1)-(LV11) se definen para  $a \in alvstk$ . La implementación es similar a la empleada para las actividades de cultivo.

NIVEL 1. El valor agregado de los sectores ganaderos incluye, además de los factores primarios de producción, el alimento balanceado, que se introduce como un sustituto imperfecto de la tierra (i.e., de las pasturas). Es decir, los productores ganaderos pueden sustituir tierra por alimento balanceado y viceversa. La tecnología de sustitución es CES (ver ecuaciones (LV1)-(LV3)).

$$QVA_{a,t} = CALTFP_{a,t} \phi_a^{VA} tfp_{a,t} \left( \delta_a^{TFEED} QTFEED_{a,t}^{-\rho_a^{VA}} + \delta_a^{KL} QKL_{a,t}^{-\rho_a^{VA}} \right)^{\frac{1}{\rho_a^{VA}}} \quad (LV1)$$

$$QTFEED_{a,t} = \left( \frac{PVA_{a,t}}{PTFEED_{a,t}} \right)^{\sigma_a^{VA}} (\delta_a^{TFEED})^{\sigma_a^{VA}} QVA_{a,t} (CALTFP_{a,t} \phi_a^{VA} tfp_{a,t})^{\sigma_a^{VA}-1} \quad (LV2)$$

$$QKL_{a,t} = \left( \frac{PVA_{a,t}}{PKL_{a,t}} \right)^{\sigma_a^{VA}} (\delta_a^{KL})^{\sigma_a^{VA}} QVA_{a,t} (CALTFP_{a,t} \phi_a^{VA} tfp_{a,t})^{\sigma_a^{VA}-1} \quad (LV3)$$

NIVEL 2a. Las ecuaciones (LV4) y (LV5) son las demandas de capital y trabajo, respectivamente. El precio del agregado capital-trabajo se calcula en la ecuación (LV6). Al igual que antes, la sustitución entre trabajo y capital se modela con una función CES.

$$QF_{f,a,t} = \left( \frac{PKL_{a,t}}{WFA_{f,a,t}} \right)^{\sigma_a^{KL}} (\delta_{f,a}^K)^{\sigma_a^{KL}} QKL_{a,t} (\phi_a^{KL})^{\sigma_a^{KL}-1} \quad f \in fcap \quad (LV4)$$

$$QF_{f,a,t} = \left( \frac{PKL_{a,t}}{WFA_{f,a,t}} \right)^{\sigma_a^{KL}} (\delta_{f,a}^L)^{\sigma_a^{KL}} QKL_{a,t} (\phi_a^{KL})^{\sigma_a^{KL}-1} \quad f \in flab \quad (LV5)$$

$$PKL_{a,t} QKL_{a,t} = \sum_{f \in fcap} WFA_{f,a,t} QF_{f,a,t} + \sum_{f \in flab} WFA_{f,a,t} QF_{f,a,t} \quad (LV6)$$

NIVEL 2b. La composición del agregado de tierra y alimento balanceado se determina en las ecuaciones (LV7) (demanda de tierra) y (LV8) (demanda de alimento balanceado). El precio de dicho agregado se calcula en la ecuación (LV9).

$$QF_{f,a,t} = \left( \frac{PTFEED_{a,t}}{WFA_{f,a,t}} \right)^{\sigma_a^{TFEED}} (\delta_{f,a}^T)^{\sigma_a^{TFEED}} QTFEED_{a,t} (\phi_a^{TFEED})^{\sigma_a^{TFEED}-1} \quad f \in fland \quad (LV7)$$

$$QFEED_{a,t} = \left( \frac{PTFEED_{a,t}}{PFEED_{a,t}} \right)^{\sigma_a^{TFEED}} (\delta_{f,a}^{FEED})^{\sigma_a^{TFEED}} QTFEED_{a,t} (\phi_a^{TFEED})^{\sigma_a^{TFEED}-1} \quad (LV8)$$

$$PTFEED_{a,t} QTFEED_{a,t} = \sum_{f \in fland} WFA_{f,a,t} QF_{f,a,t} + PFEED_{a,t} QFEED_{a,t} \quad (LV9)$$

NIVEL 3. Por último, la composición del alimento balanceado por bienes identificados en la SAM se determina en la ecuación (LV10). La ecuación (LV11) calcula el precio (promedio) del alimento balanceado. En nuestro caso, la SAM identifica a los productos Cereales y Oleaginosas como alimento para ganado.

$$QINT_{c,a,t} = \left( \frac{PFEEED_{a,t}}{PQD_{c,a,t}} \right)^{\sigma_a^{FERT}} \quad c \in cfeed \quad (LV10)$$

$$\left( \delta_{c,a}^{CFEED} \right)^{\sigma_a^{FEED}} QFEED_{a,t} \left( \phi_a^{FEED} \right)^{\sigma_a^{FEED}-1}$$

$$PFERT_{a,t} QFERT_{a,t} = \sum_{c \in cfeed} PQD_{c,a,t} QINT_{c,a,t} \quad (LV11)$$

RESTRICCIONES CUANTITATIVAS PRODUCCIÓN. Las ecuaciones (FP9) a (FP12) pueden emplearse para imponer restricciones a la producción de las actividades incluidas en el subíndice  $aqamax(a)$ . Esta característica del modelo permite modelar restricciones en la oferta de uno o más bienes. La imposición de una cuota de producción genera una renta unitaria ad-valorem que debe distribuirse entre las instituciones del modelo.

$$qamax_{a,t} \geq QA_{a,t} \quad a \in aqamax \quad (FP9)$$

$$URNTQAMAX_{a,t} \geq 0 \quad a \in aqamax \quad (FP10)$$

$$(qamax_{a,t} - QA_{a,t}) URNTQAMAX_{a,t} = 0 \quad a \in aqamax \quad (FP11)$$

$$TOTRNTQAMAX_t = \sum_a URNTQAMAX_{a,t} PA_{a,t} QA_{a,t} \quad (FP12)$$

Por último, la producción de cada actividad se transforma en producción de bienes y servicios. Para ello, se emplea una función de coeficientes fijos. En la ecuación (FP13) se calcula la producción de cada bien a partir del parámetro  $\theta_{a,c}$ , que mide la producción de bien  $c$  por unidad producida de actividad  $a$ .<sup>15</sup> El precio de cada actividad es un promedio ponderado de los precios de los bienes que produce (ecuación (FP14)).

$$QX_{c,t} = \sum_a \theta_{a,c} QA_{a,t} \quad (FP13)$$

---

<sup>15</sup> El valor de dicho parámetro se obtiene del cuadro de utilización de las tablas insumo-producto.

$$PA_{a,t} = \sum_c \theta_{a,c} PX_{c,t} \quad (\text{FP14})$$

### *PRECIOS COMERCIO INTERNACIONAL*

Las ecuaciones (PW1) y (PW2) definen los precios domésticos de las exportaciones e importaciones, respectivamente. En el caso más general, se asume que Argentina es un país pequeño por lo que toma como dados los precios de los bienes que comercia con el resto del mundo. Se imponen aranceles y cuotas sobre las importaciones e impuestos y cuotas sobre las exportaciones. El arancel a las importaciones puede variar entre agentes económicos (ver ecuación (PW1)). Las cuotas de importación generan una renta unitaria ad-valorem igual a URNTQMMAX, que afectan por igual a todos los agentes económicos. Por su parte, las cuotas de exportación generan una renta unitaria ad-valorem igual a URNTQEMAX.

$$PM_{c,ac,t} = (1 + TM_{c,ac,t} + URNTQMMAX_{c,t}) EXR_t Pwm_{c,t} \quad (\text{PW1})$$

$$PE_{c,r} = (1 - TE_{c,r} - URNTQEMAX_{c,t}) EXR_t PWE_{c,r} \quad (\text{PW2})$$

### *BIEN COMPUESTO CONSUMO*

Por el lado del consumo, siguiendo el supuesto de Armington (1969), se asume que los bienes se diferencian según el país de origen. Así, es posible modelar el comercio en dos direcciones – el mismo bien se importa y exporta simultáneamente. En nuestro modelo, la diferenciación entre bienes domésticos e importados se realiza al nivel de agente económico. Es decir, la composición doméstico/importado puede variar entre agentes económicos; por ejemplo, la composición doméstico/importado para el consumo de un determinado bien puede diferir entre actividades (i.e., consumo intermedio), hogares, gobierno e inversión.

Para modelar la sustitución imperfecta entre bienes domésticos e importados se utiliza una función de tipo CES para cada agente del modelo (ecuación (IM1)).<sup>16</sup> La ecuación (IM2) es la condición de tangencia que determina cuánto de bien doméstico y cuánto de

---

<sup>16</sup> La elasticidad de sustitución entre compras domésticas e importaciones es  $\sigma q_c = 1/(\rho q_{c,ac} + 1)$ .

bien importado se consume.<sup>17</sup> Para los bienes que sólo se demandan domésticamente o sólo se importan, la ecuación (IM1) se reemplaza por la (IM1') al mismo tiempo que la ecuación (IM2) queda excluida del modelo. La ecuación (IM3) computa el precio de oferta del bien compuesto  $QQ_{c,ac,t}$  como un promedio ponderado del precio de las variedades doméstica e importada del bien  $c$ . La ecuación (IM4) define el precio de demanda del bien compuesto  $QQ_{c,ac,t}$ . El impuesto a las ventas recae sobre todos los agentes que demandan el bien  $c$  con tasa  $TQ_{c,ac,t}$ . En cambio, las tasas del impuesto al valor agregado ( $TV_{c,ac,t}$ ) y del subsidio a las compras pueden diferir entre agentes económicos. En particular, es cero para el consumo intermedio (i.e.,  $ac=a$ ). El subsidio al consumo ( $SQ_{c,ac,t}$ ) también puede diferir entre agentes económicos; por ejemplo, el modelo permite simular la introducción de un subsidio al consumo de las familias de uno o varios de los bienes identificados en el modelo. Además, la ecuación (IM4) aparece también la variable  $REGTQ_{c,ac,t}$  que se hace endógena cuando se desea hacer exógeno el precio de demanda del bien  $c$ ; por ejemplo, si se trata de un bien cuyo precio está regulado.<sup>18</sup> La ecuación (IM5) computa el impuesto implícito que genera la existencia de precios regulados.

Las ecuaciones (IM1) a (IM2) se aplican a los siguientes agentes económicos identificados en el modelo: actividades, hogares, gobierno, e inversión bruta fija. Por su parte, la variación de existencias recibe un tratamiento particular (ver ecuaciones (IM6)-(IM8)), dado puede tomar valores negativos. En este caso, el bien compuesto se determina como la suma de las importaciones y las compras domésticas (ecuación (IM6)). A su vez, las importaciones y compras domésticas se determinan como iguales a las variables exógenas  $qdstm_{c,dstk,t}$  y  $qdstd_{c,dstk,t}$  en las ecuaciones (IM7) y (IM8), respectivamente.

---

<sup>17</sup> La derivación de las condiciones de primer orden del problema de optimización restringida que se resuelve por el lado del consumo puede consultarse en la siguiente sección.

<sup>18</sup> Para una discusión acerca de la forma en que se modelan los sectores regulados véase Chisari et al. (2007); en Chisari y Cicowiez (2010) se emplea un modelo de Argentina con sectores regulados para evaluar el costo marginal de los fondos públicos.



$$QQ_{c,ac,t} = \phi q_{c,ac} \left( \delta q_{c,ac}^M QM_{c,ac,t}^{-\rho q_{c,ac}} + \delta q_{c,ac}^D QD_{c,ac,t}^{-\rho q_{c,ac}} \right)^{\frac{1}{\rho q_{c,ac}}} \quad (IM1)$$

$$QQ_{c,ac,t} = QM_{c,ac,t} + QD_{c,ac,t} \quad (IM1')$$

$$\frac{QM_{c,ac,t}}{QD_{c,ac,t}} = \left( \frac{PD_{c,t}}{PM_{c,ac,t}} \frac{\delta q_{c,ac}^M}{\delta q_{c,ac}^D} \right)^{\frac{1}{1+\rho q_{c,ac}}} \quad (IM2)$$

$$PQS_{c,ac,t} QQ_{c,ac,t} = PD_{c,ac,t} QD_{c,ac,t} + PM_{c,ac,t} QM_{c,ac,t} \quad (IM3)$$

$$PQD_{c,ac,t} = PQS_{c,ac,t} (1 + TQ_{c,ac,t} + TV_{c,ac,t} - SQ_{c,ac,t} + REGTQ_{c,ac,t}) \quad (IM4)$$

$$TOTREGTQ_i = \sum_{c,ac} REGTQ_{c,ac,t} PQS_{c,ac,t} QQ_{c,ac,t} \quad (IM5)$$

$$QQ_{c,dstk,t} = QM_{c,dstk,t} + QD_{c,dstk,t} \quad (IM6)$$

$$QM_{c,dstk,t} = qdstm_{c,dstk,t} \quad (IM7)$$

$$QD_{c,dstk,t} = qdstd_{c,dstk,t} \quad (IM8)$$

CUOTAS DE IMPORTACIÓN. La ecuación (IM9) establece un límite superior al volumen de importaciones de bien  $c$ . Las importaciones totales se obtienen al sumar las importaciones de cada uno de los agentes  $ac$  identificados en el modelo. En la ecuación (IM10) se establece el límite inferior para la renta unitaria que genera la cuota de importación. La ecuación (IM11) establece una relación de complementariedad entre el total importado y la renta unitaria de la cuota para cada bien  $c$ ; puede darse una de dos situaciones: (1) las importaciones son menores a la cuota y la renta unitaria de la cuota es cero, o (2) las importaciones son iguales a la cuota y la renta unitaria de la cuota es positiva.

$$qmmax_{c,t} \geq \sum_{ac} QM_{c,ac,t} \quad c \in cqmmmax \quad (IM9)$$

$$URNTQMMAX_{c,t} \geq 0 \quad c \in cqmmmax \quad (IM10)$$

$$\left( qmmax_{c,t} - \sum_{ac} QM_{c,ac,t} \right) URNTQMMAX_{c,t} = 0 \quad c \in cqmmmax \quad (IM11)$$

## BIEN COMPUESTO PRODUCCIÓN

La producción doméstica puede destinarse tanto al mercado doméstico como a la exportación. Para modelar la posibilidad de sustituir destinos para la producción doméstica se utiliza una función de tipo CET (elasticidad de transformación constante) (ecuación (EX1)).<sup>19</sup> La ecuación (EX2) surge de las CPO de la maximización de beneficios del productor.<sup>20</sup> La ecuación (EX3) es la condición de beneficios nulos para el productor del bien  $c$ ; de ella se obtiene el precio  $PX_{c,t}$ . Para los bienes que sólo se venden domésticamente o sólo se exportan, la ecuación (EX1) se reemplaza por la (EX1') al mismo tiempo que la ecuación (EX2) no forma parte del modelo. La ecuación (EX4) puede utilizarse para los bienes que enfrentan una función de demanda de exportaciones con elasticidad constante (ver subíndice  $ced(c)$ ).

La ecuación (EX1') también se emplea para los bienes con exportaciones que se determinan de manera residual (ver subíndice  $ceresid(c)$ ), una vez que el mercado doméstico ha sido completamente abastecido al precio exógeno  $PDREAL_{c,t}$ . La ecuación (IP3) (ver más abajo) se emplea para mantener constante el precio de la variedad doméstica expresado en términos del índice de precios al consumidor. Es decir, puede asumirse que los consumidores demandan cualquier cantidad de bien doméstico sin que su precio se modifique.

$$QX_{c,t} = \phi_c \left( \delta_c^E QE_{c,t}^{\rho_c} + \delta_c^D QDS_{c,t}^{\rho_c} \right)^{\frac{1}{\rho_c}} \quad (\text{EX1})$$

$$QX_{c,t} = QE_{c,t} + QDS_{c,t} \quad (\text{EX1}')$$

$$\frac{QE_{c,t}}{QDS_{c,t}} = \left( \frac{PE_{c,t} \delta_c^D}{PD_{c,t} \delta_c^E} \right)^{\frac{1}{\rho_c - 1}} \quad (\text{EX2})$$

$$PX_{c,t} QX_{c,t} = PD_{c,t} QDS_{c,t} + PE_{c,t} QE_{c,t} \quad (\text{EX3})$$

---

<sup>19</sup> La elasticidad de transformación entre ventas domésticas y exportaciones es  $\sigma_c = 1/(\rho_c - 1)$ .

<sup>20</sup> La derivación de las condiciones de primer orden del problema de optimización restringida que se resuelve por el lado de la producción puede en la siguiente sección.

$$QE_{c,t} = qe_{c,t} \left( \frac{PWE_{c,t}}{pws e_{c,t}} \right)^{-\eta_c} \quad c \in ced \quad (EX4)$$

CUOTAS DE EXPORTACION. Las ecuaciones (EX5)-(EX7) se utilizan para imponer un límite superior a las exportaciones de bien  $c$ ; su funcionamiento es similar al descrito más arriba para el caso de las cuotas de importación. Aquí, la renta unitaria que genera la cuota se denomina  $URNTQEMAX_{c,t}$ .

$$qemax_{c,t} \geq QE_{c,t} \quad c \in cqemax \quad (EX5)$$

$$URNTQEMAX_{c,t} \geq 0 \quad c \in cqemax \quad (EX6)$$

$$(qemax_{c,t} - QE_{c,t}) URNTQEMAX_{c,t} = 0 \quad c \in cqemax \quad (EX7)$$

### INSTITUCIONES DOMÉSTICAS NO GUBERNAMENTALES

La ecuación (H1) computa el ingreso total del factor  $f$ ; los factores de producción pueden recibir transferencias desde el resto del mundo. La participación de la institución  $i$  en la dotación total del factor  $f$  se calcula en la ecuación (H2). La ecuación (H3) calcula el ingreso que la institución  $i$  obtiene del factor  $f$ , neto del impuesto al ingreso factorial. El ingreso de la institución  $i$  surge de sumar seis componentes: i) el ingreso factorial, ii) las transferencias que recibe del gobierno - indexadas por el índice de precios al consumidor -, iii) las transferencias que recibe desde el resto del mundo, iv) las transferencias que recibe desde las demás instituciones domésticas diferentes del gobierno, v) rentas por la existencia de cuotas a la producción, y vi) rentas – que pueden ser negativas – por la existencia de sectores regulados (ecuación (H4)).

Las transferencias desde la institución doméstica no gubernamental  $i'$  (e.g., hogares, empresas, ONG) hacia la institución  $i$  se modelan como una proporción fija del ingreso de  $i'$  neto del ahorro e impuestos directos (ecuación (H5)). Se asume que las empresas pueden ahorrar, pagar impuestos directos, pero no consumir bienes. Cuando existen en la SAM, las empresas suelen recibir la mayor parte del ingreso del factor capital para luego distribuirlo entre las demás instituciones (e.g., hogares, resto del mundo y gobierno).

$$YF_{f,t} = \sum_a WFA_{f,a,t} QF_{f,a,t} + trnsfr_{f,row,t} EXR_t + shrrentfac_f TOTRNTQAMAX_t + shrregfac_f TOTREGTQ_t \quad (H1)$$

$$SHIF_{i,f,t} = \frac{QINS_{i,f,t}}{\sum_i QINS_{i,f,t}} \quad (H2)$$

$$YIF_{i,f,t} = SHIF_{i,f,t} (1 - TF_{f,t}) YF_{f,t} \quad (H3)$$

$$YI_{i,t} = \sum_f YIF_{f,t} + trnsfr_{i,gov,t} CPI_t + trnsfr_{i,row,t} EXR_t + \sum_{i' \in insdng} TRII_{i,i',t} + shrrentins_i TOTRNTQAMAX_t + shrregins_i TOTREGTQ_t \quad i \in insdng \quad (H4)$$

$$TRII_{i,i',t} = sh\ddot{u}_{i,i',t} [(1 - TY_{i',t}) YI_{i',t} - INSSAV_{i',t}] \quad i' \in insdng \quad (H5)$$

EMPRESAS. La propensión marginal a ahorrar de las empresas se calcula en la ecuación (H6). Inicialmente,  $MPSADJ_t$  es igual a la unidad. La ecuación (H7) computa el ahorro de las empresas. La función empleada permite que las tasas de ahorro media y marginal sean distintas.

$$MPS_{i,t} = \overline{mps}_{i,t} MPSADJ_t \quad i \in ent \quad (H6)$$

$$INSSAV_{i,t} = sh0_{i,t} CPI_t + MPS_{i,t} (1 - TY_{i,t}) YI_{i,t} \quad i \in ent \quad (H7)$$

HOGARES. La ecuación (H8) calcula el gasto en consumo presente y futuro de los hogares como el ingreso del hogar  $h$  neto de las transferencias que realiza a otras instituciones e impuestos directos. Los hogares deciden cuánto consumir de cada bien según una función de utilidad de tipo Stone-Geary de la que se deriva un sistema de gasto lineal extendido para incluir el consumo futuro (ecuaciones (H9) y (H10)). La inclusión de un consumo futuro mínimo permite que el ahorro sea función de la tasa de interés. Nótese que los hogares son la única institución doméstica diferente del gobierno que puede consumir bienes. El precio del consumo futuro es función de la tasa de preferencia intertemporal, del precio esperado de los bienes – aproximado por el IPC

asumiendo expectativas estacionarias -, y de la tasa de interés (ver ecuación (H11)). El ahorro de los hogares se define en la ecuación (H12) como función del consumo futuro. Como veremos más abajo, en este modelo la tasa de interés cumple la función de igualar ahorro e inversión.

La función de utilidad tipo Stone-Geary es equivalente a una Cobb-Douglas cuando las elasticidades-ingreso son iguales a la unidad al mismo tiempo que el parámetro de Frisch – definido como el cociente entre los consumos total y discrecional - es igual a -1.<sup>21</sup>

$$EH_{h,t} = \left(1 - \sum_i sh\ddot{i}_{i,t}\right) [(1 - TY_{h,t}) YI_{h,t}] \quad (H8)$$

$$PQD_{c,h,t} QH_{c,h,t} = PQD_{c,h,t} qhmin_{c,h,t} + \beta_{c,h} \left( EH_{h,t} - \sum_{c'} PQD_{c',h,t} qhmin_{c',h,t} - PF_t cfmin_{h,t} \right) \quad (H9)$$

$$PF_t CF_{h,t} = PF_t cfmin_{h,t} + sh1_h \left( EH_{h,t} - \sum_{c'} PQD_{c',h,t} qhmin_{c',h,t} - PF_t cfmin_{h,t} \right) \quad (H10)$$

$$PF_t = \frac{\rho CPI_t}{INTRAT_t} \quad (H11)$$

$$INSSAV_{h,t} = PF_t CF_{h,t} \quad (H12)$$

## INVERSIÓN POR ORIGEN

La ecuación (INV1) calcula el consumo de bien  $c$  con destino inversión privada. Se asume que la composición por tipo de bien de la inversión se determina a partir de una función de tipo Cobb-Douglas. Así, ante un cambio del monto invertido, la participación de cada bien en la inversión total se mantiene constante. La forma en que se modela la demanda de bien  $c$  para inversión pública es similar (ver ecuación (INV2)). En la calibración, las variables  $IADJ_t$  y  $IGADJ_t$  son iguales a la unidad.

---

<sup>21</sup> El problema de optimización que resuelven los consumidores se describe en la siguiente sección.

$$PQD_{c,inv,t} QINV_{c,t} = \delta_c^{INV} INVTOT_t IADJ_t \quad (INV1)$$

$$PQD_{c,inv,t} QINVG_{c,t} = \delta_c^{INVG} INVTOTG_t IGADJ_t \quad (INV2)$$

## GOBIERNO

Las ecuaciones (G1) a (G8) computan las tasas impositivas como el producto entre la tasa impositiva inicial y un factor de ajuste; esta formulación brinda gran flexibilidad para la simulación de escenarios contrafácticos. Inicialmente, todos los factores de ajuste son iguales a la unidad. En la ecuación (G9) se computa la recaudación tributaria total. La ecuación (G10) computa la tasa del subsidio al consumo utilizando una formulación es similar a la empleada para los impuestos.

La ecuación (G11) muestra que el gobierno tiene cinco fuentes de ingreso: i) la recaudación tributaria, ii) las transferencias que recibe desde el resto del mundo, iii) las transferencias que recibe desde las demás instituciones domésticas, iv) las rentas que obtiene por la imposición de cuotas a la exportación e importación, y v) el ingreso factorial. Nótese que las transferencias desde el resto del mundo se multiplican por el “tipo de cambio nominal” para expresarlas en moneda doméstica. La ecuación (G12) calcula el consumo del gobierno de bien  $c$ . Se asume que la composición por tipo de bien del consumo del gobierno se mantiene constante en los valores iniciales. En la calibración,  $GADJ$  es igual a la unidad. El gobierno utiliza su ingreso para comprar bienes, hacer transferencias a los hogares y al resto del mundo, y subsidiar el consumo (ecuación (G13)). El ahorro del gobierno se computa en la ecuación (G14) como la diferencia entre ingresos y gastos corrientes; es decir, quedan excluidos los gastos de capital o inversión pública.

$$TA_{a,t} = \overline{ta}_{a,t} TAADJ_t \quad (G1)$$

$$TQ_{c,ac,t} = \overline{tq}_{c,ac,t} TQADJ_t \quad (G2)$$

$$TV_{c,ac,t} = \overline{tv}_{c,ac,t} TVADJ_t \quad (G3)$$

$$TY_{i,t} = \overline{ty}_{i,t} TYADJ_t \quad i \in insdng \quad (G4)$$

$$TE_{c,t} = \overline{te}_{c,t} TEADJ_t \quad (G5)$$

$$TM_{c,ac,t} = \overline{tm}_{c,ac,t} TMADJ_t \quad (G6)$$

$$TF_{f,t} = \overline{tf}_{f,t} TQADJ_t \quad (G7)$$

$$TFACT_{f,a,t} = \overline{tfact}_{f,a,t} TFACTADJ_t \quad (G8)$$

$$\begin{aligned} TREV_t &= \sum_{i \in insdng} TY_{i,t} YI_{i,t} \\ &+ \sum_f TF_{f,t} YF_{f,t} \\ &+ \sum_{c,ac} TQ_{c,ac,t} PQS_{c,ac,t} QQ_{c,ac,t} \\ &+ \sum_{c,ac} TV_{c,ac,t} PQS_{c,ac,t} QQ_{c,ac,t} \\ &+ \sum_{c,ac} TM_{c,ac,t} EXR_t pwm_{c,t} QM_{c,ac,t} \\ &+ \sum_c TE_{c,t} EXR_t PWE_{c,t} QE_{c,t} \\ &+ \sum_a TA_{a,t} PA_{a,t} QA_{a,t} \\ &+ \sum_{fa} TFACT_{f,a,t} WFA_{f,a,t} QF_{f,a,t} \end{aligned} \quad (G9)$$

$$SQ_{c,t} = \overline{sq}_{c,ac,t} SQADJ_{c,ac,t} \quad (G10)$$

$$\begin{aligned} YG_t &= TREV_t + EXR_t trnsfr_{gov,row,t} + \sum_{i \in insdng} TRII_{gov,i,t} \\ &+ \sum_{c,ac} URNTQMMAX_{c,t} EXR_t pwm_{c,t} QM_{c,ac,t} \\ &+ \sum_c URNTQEMAX_{c,t} EXR_t PWE_{c,t} QE_{c,t} \\ &+ \sum_f YIF_{gov,f,t} + shrrentins_{gov} TOTRNTQAMAX_t \\ &+ shrregins_{gov} TOTREGTQ_t \end{aligned} \quad (G11)$$

$$QG_{c,t} = \overline{qg}_{c,t} GADJ_t \quad (G12)$$

$$\begin{aligned} EG_t &= \sum_c PQD_{c,gov,t} QG_{c,t} + \sum_{i \in insdng} trnsfr_{i,gov,t} CPI_t + trnsfr_{row,gov,t} EXR_t \\ &+ \sum_{c,ac} SQ_{c,ac,t} PQS_{c,ac,t} QQ_{c,ac,t} \end{aligned} \quad (G13)$$

$$GSAV_t = YG_t - EG_t \quad (G14)$$

## CONDICIONES DE EQUILIBRIO

MERCADOS DE FACTORES. La ecuación (E1) computa la oferta factorial a partir de sumar las dotaciones institucionales; nótese que se aplica al “total” de la oferta factorial

(i.e.,  $QFS_{f,tot,t}$ ), independientemente de si el factor se modela con movilidad imperfecta o no.

La ecuación (E2) es la condición de equilibrio en el mercado de los factores  $f$  que no fueron identificados como trabajo formal o informal. Notar que el modelo permite identificar factores trabajo que no son clasificados como formales o informales. Es decir, la caracterización del mercado laboral como segmentado en formal e informal es opcional. La ecuación (E2) no se aplica en los casos en que el factor  $f$  se modela como específico; es decir, que no puede moverse entre sectores. Por otro lado, la ecuación (E2) sale del modelo cuando se lo emplea en versión dinámica, porque se asume que el capital no puede moverse entre sectores una vez instalado. A su vez, la ecuación (E2) se aplica a los elementos  $gs$  o “total” de  $gz$  dependiendo de si el factor es perfectamente móvil o específico (i.e., sólo “total”) o imperfectamente móvil (i.e., sólo  $gs$ ).

Las ecuaciones (E3) y (E4) corresponden a las condiciones de equilibrio en los mercados de trabajo formal e informal, respectivamente. La oferta de trabajo informal incluye a los trabajadores formales desempleados. Es decir, en este modelo existe empleo informal involuntario.<sup>22</sup> La oferta de los factores productivos ( $QFS_{f,gz,t}$ ) sin desempleo endógeno puede ser exógena o endógena, dependiendo de la regla de cierre correspondiente (ver más abajo). Igual que en la ecuación anterior, las ecuaciones (E3) y (E4) se aplican a los elementos  $gs$  o “total” de  $gz$  dependiendo de si el factor es perfectamente móvil o específico o imperfectamente móvil.

$$QFS_{f,tot,t} = \sum_{ins} QFINS_{ins,f,t} \quad (E1)$$

$$QFS_{f,gz,t} (1 - UERAT_{f,gz,t}) = \sum_{a \in mapfgza} QF_{f,a,t} \quad \begin{array}{l} f \notin flabfor \\ f \notin flabinfor \end{array} \quad (E2)$$

$$QFS_{f,gz,t} (1 - UERAT_{f,gz,t}) = \sum_{a \in mapfgza} QF_{f,a,t} \quad f \in flabfor \quad (E3)$$

---

<sup>22</sup> El código del modelo incluye un “mapping” (ver *mforinfor(f,fp)* en el código GAMS) que permite relacionar trabajadores formales con informales; esto es particularmente útil en los casos en que la SAM empleada para la calibración identifica varios tipos de trabajo como por ejemplo, calificados y no calificados que a su vez se desagregan en formales e informales.



$$QFS_{f,gz,t} + QFS_{flabfor,gz,t} UERAT_{flabfor,gz,t} = \sum_{a \in mapfgza} QF_{f,a,t} \quad f \in flabinfor \quad (E4)$$

MERCADOS DE BIENES. Las ecuaciones (E5)-(E11) corresponden a las condiciones de equilibrio en los mercados de bien compuesto  $QQ_{c,ac,t}$  para cada agente económico identificado en el modelo, consumo intermedio (ecuación (E5)), hogares (ecuación (E6)), inversión pública y privada (i.e., formación bruta de capital fijo) (ecuaciones (E7) y (E8)), gobierno (ecuación (E9)), y variación de existencias (ecuación (E10)). Por su parte, la ecuación (E11) establece la igualdad entre oferta y demanda del bien doméstico.

$$QINT_{c,a,t} = QQ_{c,a,t} \quad (E5)$$

$$QH_{c,h,t} = QQ_{c,h,t} \quad (E6)$$

$$QINV_{c,t} = QQ_{c,inv,t} \quad (E7)$$

$$QINVG_{c,t} = QQ_{c,inv,t} \quad (E8)$$

$$QG_{c,t} = QQ_{c,gov,t} \quad (E9)$$

$$QDST_{c,t} = QQ_{c,dstk,t} \quad (E10)$$

$$QDS_{c,t} = \sum_{ac} QD_{c,ac,t} \quad (E11)$$

CUENTA CORRIENTE BALANZA DE PAGOS. La ecuación (E12) es la cuenta corriente de la balanza de pagos que se expresa en moneda del resto del mundo. El lado izquierdo (derecho) muestra las entradas (salidas) de divisas.<sup>23</sup>

$$\begin{aligned} \sum_c PWE_{c,t} QE_{c,t} + \sum_{i \in insd} trnsfr_{i,row,t} + \sum_f trnsfr_{f,row,t} + FSAV_t = \\ \sum_{c,ac} pwm_{c,t} QM_{c,ac,t} + trnsfr_{row,gov,t} + \sum_f \frac{YIF_{row,f,t}}{EXR_t} + \frac{\sum_{i \in insdng} TRII_{row,i,t}}{EXR_t} \end{aligned} \quad (E12)$$

---

<sup>23</sup> En el caso de las transferencias,  $trnsfr(i,row,t)$ , el primer (segundo) subíndice representa la institución que recibe (realiza) la transferencia. La misma notación se emplea con la variable TRII.

AHORRO-INVERSION. La ecuación (E13) se refiere a la igualdad entre ahorro e inversión. En términos generales, cuatro son las instituciones que pueden contribuir al ahorro total: hogares, empresas, gobierno, y resto del mundo.<sup>24</sup> La variable WALRAS debe ser cero en equilibrio – en la implementación del modelo, debe comprobarse que WALRAS sea efectivamente cero.

$$\begin{aligned} & \sum_c PQD_{c,inv,t} QINV_{c,t} + \sum_c PQD_{c,inv,g,t} QINVG_{c,t} + \sum_c PQD_{c,dstk,t} QDST_{c,t} \\ & + WALRAS_t = \sum_{i \in insdng} INSSAV_{i,t} + GSAV_t + EXR_t FSAV_t \end{aligned} \quad (E13)$$

### ÍNDICES DE PRECIOS

La ecuación (IP1) define el índice de precios al consumidor como un promedio ponderado de los precios de los bienes (compuestos) Armington que demandan los hogares. La ecuación (IP2) define un índice de precios para los bienes producidos domésticamente; se define como un promedio ponderado de los precios de los bienes producidos por el país doméstico que se venden en el mercado doméstico. La ecuación (IP3) define el precio de la variedad doméstica del bien  $c$  en relación al índice de precios al consumidor. La variable  $PDREAL_{c,t}$  se hace exógena cuando se desea mantener constante el precio de la variedad doméstica de algún bien. Por su parte, la variable  $PQDREAL_{c,ac,t}$  se hace exógena cuando el precio de consumo del bien  $c$  es regulado (ver ecuación (IP4)). Al mismo tiempo, la variable  $REGTQ_{c,ac,t}$  se hace endógena (ver más abajo).

$$\sum_{c,h} PQD_{c,h,t} cwts_{c,h} = CPI_t \quad (IP1)$$

$$\sum_c PD_{c,t} dwts_c = DPI_t \quad (IP2)$$

$$PDREAL_{c,t} = \frac{PD_{c,t}}{CPI_t} \quad (IP3)$$

---

<sup>24</sup> Además, podrían existir otras instituciones domésticas diferentes del gobierno que contribuyen al ahorro; por ejemplo, una ONG.

$$PQDREAL_{c,ac,t} = \frac{PQD_{c,ac,t}}{CPI_t} \quad (IP4)$$

## CUENTAS NACIONALES

ABSORCIÓN. La ecuación (CN1) define la absorción como la suma de tres componentes: i) el consumo de los hogares, ii) el consumo del gobierno, y iii) la demanda para inversión. Las ecuaciones (CN2) y (CN3) definen la relación entre inversión y absorción y consumo público y absorción, respectivamente.

$$TABS_t = \sum_{c,h} PQD_{c,h,t} QH_{c,h,t} + \sum_c PQD_{c,gov,t} QG_{c,t} + \sum_c PQD_{c,inv,t} QINV_{c,t} + \sum_c PQD_{c,inv,t} QINVG_{c,t} + \sum_c PQD_{c,dstk,t} QDST_{c,t} \quad (CN1)$$

$$INVABS_t = \frac{\sum_c PQD_{c,inv,t} QINV_{c,t} + \sum_c PQD_{c,inv,t} QINVG_{c,t}}{TABS_t} \quad (CN2)$$

$$GOVCONABS_t = \frac{\sum_c PQD_{c,gov,t} QG_{c,t}}{TABS_t} \quad (CN3)$$

PRODUCTO BRUTO INTERNO. El producto bruto interno a costo de factores y a precios de mercado se define en las ecuaciones (CN4) y (CN5), respectivamente. La relación entre inversión, consumo del gobierno, ahorro del resto del mundo y ahorro del gobierno se calcula en las ecuaciones (CN6), (CN7), (CN8) y (CN9), respectivamente. Las variables que definen estas ecuaciones se emplean en la elección de la regla de cierre macroeconómico.

$$GDPREALFC_t = \sum_a PVA00_a QVA_{a,t} \quad (CN4)$$

$$GDPNOM_t = \sum_{c,h} PQD_{c,h,t} QH_{c,h,t} + \sum_c PQD_{c,inv,t} QINV_{c,t} + \sum_c PQD_{c,inv,t} QINVG_{c,t} + \sum_{c,dstk} PQD_{c,dstk,t} QDST_{c,t} + \sum_c PQD_{c,gov,t} QG_{c,t} + \sum_c PWE_{c,t} EXR_t QE_{c,t} - \sum_{c,ac} pwm_{c,ac,t} EXR_t QM_{c,ac,t} \quad (CN5)$$

$$INVGDP_t = \frac{\sum_c PQD_{c,inv,t} QINV_{c,t} + \sum_c PQD_{c,inv,t} QINVG_{c,t}}{GDPNOM_t} \quad (CN6)$$

$$GOVCONGDP_t = \frac{\sum_c PQD_{c, govt} QG_{c,t}}{GDPNOM_t} \quad (CN7)$$

$$FSAVGDP_t = \frac{FSAV_t EXR}{GDPNOM_t} \quad (CN8)$$

$$GSAVGDP_t = \frac{GSAV_t}{GDPNOM_t} \quad (CN9)$$

## DESEMPLEO

Las ecuaciones en este bloque se aplican a los elementos desagregados de  $gz$  (por ejemplo, urbano/rural) si el factor es imperfectamente móvil entre sectores o al total nacional si el factor es perfectamente móvil o específico. La remuneración real de cada factor  $f$  se define en la ecuación (U1). La ecuación (U2) se emplea para modelar el mercado del factor  $f$  con una curva de salarios o “wage curve” (ver Blanchflower y Oswald (1994)). Se postula una relación negativa entre salario real y tasa de desempleo - el valor del parámetro  $phillips_{f,gz}$  es negativo.<sup>25</sup> Las ecuaciones (U3)-(U6) forman parte del modelo cuando el factor  $f$  se modelo con desempleo clásico generado por una rigidez a la baja del salario real. El salario real mínimo se computa como el salario real inicial (ecuación (U3)). Las ecuaciones (U4) y (U5) imponen un límite inferior al salario real y a la tasa de desempleo, respectivamente. La ecuación (U6) establece una relación de complementariedad entre el salario real y la tasa de desempleo, que permite modelar las dos situaciones que pueden darse en el mercado del factor con desempleo clásico: i) el salario real es igual al salario real mínimo y existe desempleo, o ii) el salario real es superior al salario real mínimo y no existe desempleo.

$$WFREAL_{f,gz,t} = \frac{WF_{f,gz,t}}{CPI_t} \quad (U1)$$

$$WFREAL_{f,gz,t} = \kappa_{f,gz} (UERAT_{f,gz,t})^{phillips_{f,gz}} \quad (U2)$$

$$WFREALMIN_{f,gz,t} = \overline{wfrealmin}_{f,gz,t} \quad (U3)$$

---

<sup>25</sup> La curva de salarios es compatible con la existencia de salarios de eficiencia (ver Apéndice).

$$WFREAL_{f,gz,t} \geq WFREALMIN_{f,gz,t} \quad (U4)$$

$$UERAT_{f,gz,t} \geq ueratmin_{f,gz,t} \quad (U5)$$

$$(WFREAL_{f,gz,t} - WFREALMIN_{f,gz,t})(UERAT_{f,gz,t} - ueratmin_{f,gz,t}) = 0 \quad (U6)$$

## MOVILIDAD FACTORIAL IMPERFECTA

Como se mencionó, el subíndice  $gs$  contiene los segmentos del mercado laboral entre los que existe movilidad imperfecta.<sup>26</sup> La movilidad factorial imperfecta se modela mediante una función de tipo CET que asigna la oferta total del factor entre los distintos segmentos. Así, la ecuación (SLU1) determina cuánto de la oferta total del factor  $f$  (i.e., variable  $QFS_{f,tot,t}$ ) se destina a cada uno de los segmentos  $gs$  (i.e., variable  $QFS_{f,gs,t}$ ). La migración entre segmentos del mercado del factor  $f$  es función de la remuneración esperada relativa, calculada como la remuneración factorial multiplicada por la probabilidad de encontrar empleo. La ecuación (SLU2) calcula el salario promedio nacional para los factores con movilidad imperfecta; es un promedio ponderado del salario que recibe en cada segmento del mercado factorial. Por su parte, la ecuación (SLU3) calcula la tasa de desempleo agregada para los factores con movilidad imperfecta.

En la implementación del modelo, se define  $gz = \{rur, urb, tot\}$  y  $gs = \{rur, urb\}$ ; es decir, el subíndice  $gs$  contiene los segmentos de los mercados factoriales entre los que existe movilidad imperfecta. Los segmentos  $gs$  se definen a partir de las actividades productivas incluidas en cada uno de ellos. Por su parte, los factores con perfecta movilidad entre sectores o específicos, sólo se definen para el elemento  $tot$  del subíndice  $gz$ . Como vimos, el subíndice  $gz$  aparece en las variables de oferta y demanda factorial.

$$QFS_{f,gs,t} = \left[ \frac{WF_{f,gs,t}(1 - UERAT_{f,gs,t})}{WF_{f,tot,t}(1 - UERAT_{f,tot,t})} \right]^{\sigma_f^{SLU}} \quad f \in fslu \quad (SLU1)$$

$$(\delta_{f,gs}^{SLU})^{-\sigma_f^{SLU}} QFS_{f,tot,t} (\phi_f^{SLU})^{-(1+\sigma_f^{SLU})}$$

---

<sup>26</sup> La formulación que se utiliza tiene algunos puntos en común con van der Mensbrugge (2005); a diferencia del citado autor, nuestra formulación no requiere identificar quienes son “migrantes” en el año de referencia. De hecho, aquí no se identifica a quienes se mueven de una “región” a otra.

$$WF_{f,tot,t}UERAT_{f,tot,t}QFS_{f,tot,t} = \sum_{gs} WF_{f,gs,t}UERAT_{f,gs,t}QFS_{f,gs,t} \quad f \in fslu \quad (SLU2)$$

$$UERAT_{f,tot,t} = \frac{\sum_{gs} UERAT_{f,gs,t}QFS_{f,gs,t}}{\sum_{gs} QFS_{f,gs,t}} \quad f \in fslu \quad (SLU3)$$

## MISCELÁNEOS

TIPO DE CAMBIO REAL. El tipo de cambio real se define como el cociente entre los precios de bienes transables y no transables (ecuación (MIS1)) (ver Sadoulet y de Janvry (1994)). Cabe recordar que la variedad del bien  $c$  que se exporta o importa ( $QE_{c,t}$  y  $QM_{c,ac,t}$ , respectivamente) es diferente de la variedad del bien  $c$  que se vende o compra domésticamente (es decir,  $QD_{c,t}$ ).

$$REXR_t = \frac{EXR_t}{DPI_t} \quad (MIS1)$$

Las ecuaciones (MIS2)-(MIS4) pueden emplearse para imponer una regla de cierre mixta para la cuenta corriente del resto del mundo. En la medida que el ahorro del resto del mundo (i.e., el negativo del saldo de la cuenta corriente de la balanza de pagos) sea menor que  $fsavmax$ , el tipo de cambio real se mantendrá sin cambios. Si el ahorro del resto del mundo alcanza su valor máximo permitido, el tipo de cambio real se vuelve endógeno, equilibrando entradas y salidas de divisas.

$$fsavmax_t \geq FSAV_t \quad (MIS2)$$

$$REXR_t \geq REXR_0_t \quad (MIS3)$$

$$(fsavmax_t - FSAV_t)(REXR_t - REXR_0_t) = 0 \quad (MIS4)$$

## DINÁMICA

La inversión de cada período contribuye a incrementar el stock de capital de los sectores en el período siguiente.<sup>27</sup> Así, al finalizar cada período, debe decidirse cómo se distribuye la inversión entre los diferentes sectores productivos. Es decir, debe determinarse cómo se modifica el stock de capital de cada actividad. De hecho, una de las principales dificultades que conlleva la construcción de un modelo dinámico es determinar cómo se asigna entre sectores el nuevo capital – la inversión. En general, pueden identificarse dos alternativas para solucionar dicho problema. En primer lugar, puede emplearse una función que realice la distribución de la inversión total entre cada una de las actividades productivas, generalmente en base a diferencias sectoriales en las remuneraciones al capital (ver Dervis et al. (1982); Thurlow (2004); Cicowicz y Sánchez (2010); entre otros). En segundo lugar, puede agregarse una demanda de inversión para cada sector productivo. En nuestro caso, preferimos la segunda alternativa por tener una base teórica más fuerte (ver, por ejemplo, Jung y Thorbecke (2003)).

La ecuación (D1) muestra la evolución del stock de capital sectorial; como puede verse, el capital en  $t$  es el capital remanente de  $t-1$  más la inversión por sector de destino,  $IND_{f,a,t}$ . Así, el nuevo capital comienza a utilizarse al período siguiente de realizada la inversión. La ecuación (D1) es la que determina, dinámicamente, la utilización de capital en cada actividad. En consecuencia, la ecuación (FP6) funciona como una condición de equilibrio para el mercado de capital; de hecho, la ecuación (E2) queda excluida del modelo para el factor capital cuando es específico.

Las ecuaciones (D2) y (D3) calculan el monto total invertido en las actividades privadas y públicas, respectivamente. Se obtiene como el volumen invertido en cada sector de destino (variable  $IND_{f,a,t}$ ) multiplicado por el precio del nuevo capital (variables  $PCAP_t$  y  $PCAPG_t$ ). Así, se asume que el nuevo capital es homogéneo al interior de

---

<sup>27</sup> En el modelo, los flujos se miden al final de cada período mientras que los stocks se miden al inicio de cada período. Por su parte el subíndice  $fcap$  se refiere a los diferentes tipos de capital que se identifican en el modelo—usualmente, contiene un único elemento.

cada grupo de actividades – es por esta razón que las variables  $PCAP_t$  y  $PCAPG_t$  sólo tienen el subíndice de tiempo  $t$ . El precio del nuevo capital privado se calcula en la ecuación (D4); se obtiene a partir del supuesto de que la composición del bien de capital surge de una función tipo Cobb-Douglas (ver ecuación (INV1)). La ecuación (D5) es análoga a la (D4) pero se refiere al precio del nuevo capital público.

Para las actividades privadas, la inversión por destino es proporcional al stock de capital existente, al tiempo que dicha proporción varía según el cociente entre la remuneración al capital y el costo de uso del capital (i.e.,  $WFA_{f,a,t}/UCCAP_{f,a,t}$ ). El cociente  $WFA_{f,a,t}/UCCAP_{f,a,t}$  puede interpretarse como relacionado con la  $q$  de Tobin (ver ecuación (D6)), que mide la relación entre el valor de mercado y el costo de reposición del capital.<sup>28</sup> Para las actividades públicas, la inversión por destino sigue una trayectoria exógena; es decir, la inversión pública por destino es una variable de política.

El costo de uso del capital se define de la manera usual (ver ecuaciones (D7) y (D8)), como función del costo de reposición del capital (i.e., el precio del nuevo capital), la tasa de depreciación, y la tasa de interés. En este modelo, la tasa de interés es la variable que equilibra ahorro e inversión; su valor de determina de forma tal de cumplir con la ecuación (E13).

$$QF_{f,a,t} = QF_{f,a,t-1}(1 - deprrat_{f,a}) + IND_{f,a,t-1} \quad f \in fcap \quad (D1)$$

$$INVTOT_t = PCAP_t \sum_{f \in fcap, a \in aprv} IND_{f,a,t} \quad (D2)$$

$$INVTOTG_t = PCAPG_t \sum_{f \in fcap, a \in apub} IND_{f,a,t} \quad (D3)$$

$$PCAP_t = \frac{1}{\phi^{INV}} \prod_c \left( \frac{PQD_{c,inv,t}}{\delta_c^{INV}} \right)^{\delta_c^{INV}} \quad (D4)$$

$$PCAPG_t = \frac{1}{\phi^{INVG}} \prod_c \left( \frac{PQD_{c,inv,t}}{\delta_c^{INVG}} \right)^{\delta_c^{INVG}} \quad (D5)$$

---

<sup>28</sup> La formulación es una extensión de la que describen Jung y Thorbecke (2003).



$$IND_{f,a,t} = \Omega_{f,a}^{INV} \left( \frac{WFA_{f,a,t}}{UCCAP_{f,a,t}} \right)^{\eta_{f,a}^{INV}} QF_{f,a,t} \quad \begin{array}{l} f \in fcap \\ a \in aprv \end{array} \quad (D6)$$

$$UCCAP_{f,a,t} = PCAP_t (deprrat_{f,a} + INTRAT_t) \quad \begin{array}{l} f \in fcap \\ a \in aprv \end{array} \quad (D7)$$

$$UCCAP_{f,a,t} = PCAPG_t (deprrat_{f,a} + INTRAT_t) \quad \begin{array}{l} f \in fcap \\ a \in apub \end{array} \quad (D8)$$

Por último, las ecuaciones (D9) y (D10) muestran cómo se actualizan los stocks de capital y factores con tasa de crecimiento exógena, respectivamente. La ecuación (D9) se utiliza para actualizar las dotaciones de capital que tiene cada institución, de acuerdo a la evolución que tiene el stock de capital remanente del período anterior y el nuevo stock de capital. Por su parte, la ecuación (D10) sólo se aplica a los factores que crecen de manera exógena (trabajo, tierra, recursos naturales). Se asume que cada institución recibe una proporción del nuevo factor de manera proporcional a la participación que tenía en la dotación del mismo factor en el período anterior, vía la ecuación (H2). Además, se imponen tasas de crecimiento para la población, el consumo mínimo de cada bien por parte de cada hogar, y las transferencias capturadas en el parámetro  $transfr_{i,t}$ .

$$QFINS_{i,f,t} = SHIF_{t-1} \left[ \sum_a (1 - deprrat_{f,a}) QF_{f,a,t-1} + \sum_a IND_{f,a,t-1} \right] \quad f \in fcap \quad (D9)$$

$$QFINS_{i,f,t} = QFINS_{i,f,t-1} (1 + qfacgrwrat_f) \quad f \in fexog \quad (D10)$$

## CALIBRACION DINAMICA

El modelo puede emplearse en su modo estático o dinámico. La “calibración dinámica” del modelo puede realizarse de dos formas alternativas. Por un lado, puede asumirse que la economía se encuentra en una senda de crecimiento balanceado, similar a un estado estacionario. En este caso, el modelo se calibra de forma tal que todas las cantidades crecen a la misma tasa al tiempo que los precios relativos no se modifican. Alternativamente, puede imponerse una evolución dada para el PBI al tiempo que la productividad total de los factores se estima como un residuo. Luego, en las

simulaciones se invierte la “regla de cierre” haciendo que la TFP sea exógena y el PBI endógeno. La segunda alternativa permite diseñar un escenario de base o “business as usual” donde se impone la evolución de ciertas variables como consumo público, ahorro del resto del mundo, entre las más importantes.

## **REGLAS DE CIERRE**

En lo que sigue se contabiliza el número de variables y ecuaciones que tiene el modelo intra-período presentado más arriba.

### VARIABLES

$7 a + 15 c + 6 f + h + 3 (f \times a) + (c \times a) + (c \times h) + 3 \text{ ins} + (\text{ins} \times \text{ins}) + 2 (c \times \text{ac}) + (\text{ins} \times f) + 24$

### ECUACIONES

$7 a + 15 c + 5 f + h + 2 (f \times a) + (c \times a) + (c \times h) + 3 \text{ ins} + (\text{ins} \times \text{ins}) + 2 (c \times \text{ac}) + (\text{ins} \times f) + 17$

### DIFERENCIA

$f + (f \times a) + 12$

Dependiendo de las variables que se eligen para hacer exógenas (i.e., fijar) se obtiene un comportamiento macroeconómico diferente. En particular, debe seleccionarse la forma en que se equilibran los mercados de factores, el gobierno, el sector externo de la economía, y el ahorro-inversión. En lo que sigue se discuten algunas alternativas. Adicionalmente, debe seleccionarse un numerario para el modelo.

**MERCADOS FACTORIALES.** El modelo ofrece tres alternativas para determinar el grado de movilidad entre sectores de cada factor productivo:

1. El factor  $f$  puede ser perfectamente móvil entre sectores. En este caso, la oferta del factor está fija al tiempo que su remuneración o tasa de desempleo (ver más abajo) varía para equilibrar oferta y demanda. Esta alternativa permite asumir que cada actividad paga un diferencial salarial  $WFDIST_{f,a,t}$  que se mantiene constante. La remuneración del factor  $f$  en la actividad  $a$  del segmento  $gz$  es, entonces,  $WFA_{f,a,t} = WF_{f,gz,t} WFDIST_{f,a,t}$  con  $WF_{f,gz,t}$  flexible.

2. El factor  $f$  puede modelarse como específico de cada sector productivo. Es decir, se asume que los mercados factoriales están segmentados al mismo tiempo que cada actividad debe utilizar la cantidad de factor  $f$  que se impone de manera exógena (i.e.,  $QF_{f,a,t}$ ). La remuneración al factor  $f$  en la actividad  $a$  del segmento  $gz$  se calcula igual que en el caso anterior pero con  $WF_{f,gz,t}$  constante y  $WFDIST_{f,a,t}$  flexible. En la versión dinámica del modelo se emplea esta alternativa para modelar el factor capital, asumiendo que  $QF_{f,a,t}$  evoluciona según la inversión.
3. El factor  $f$  puede modelarse como imperfectamente móvil entre sectores. En este caso, se utiliza una regla de cierre similar al caso (i) con la diferencia de que  $WF_{f,gz,t}$  para cada segmento  $gs$  se determina de manera independiente. En nuestro caso, esta alternativa se emplea para las seis categorías de trabajo identificadas en la SAM.

GOBIERNO. En el caso del gobierno, se ofrecen tres alternativas para equilibrar su presupuesto: (1) ahorro (i.e., déficit), (2) cambios en el consumo público de bienes, y (3) ajustes en las tasas de algún impuesto. Así, uno de esos tres componentes del presupuesto público es endógeno al tiempo que los otros dos siguen trayectorias que se imponen de manera exógena.

SECTOR EXTERNO. Para el sector externo se ofrecen dos mecanismos para igualar entradas y salidas de divisas: (1) el ahorro del resto del mundo, y (2) el tipo de cambio real. Así, una de dichas variables es endógena al tiempo que la otra sigue una trayectoria exógena o regla de comportamiento determinada.

AHORRO-INVERSION. En este caso, se contemplan tres alternativas para igualar el ahorro y la inversión: (1) la inversión real es exógena al tiempo que las propensiones marginales a ahorrar de las instituciones domésticas diferentes del gobierno se ajustan de manera endógena (i.e., investment-driven), (2) la inversión real es endógena al tiempo que las propensiones marginales a ahorrar de las instituciones domésticas diferentes del gobierno son exógenas (i.e., savings-driven), y (3) tanto la inversión como las propensiones marginales a ahorrar son exógenas al tiempo que el nivel de empleo ajusta para igualar ahorro e inversión.

## *TRES REGLAS DE CIERRE*

A continuación se describen, a modo de ejemplo, tres reglas de cierre macroeconómico útiles para utilizar con el modelo presentado en este capítulo. Estas reglas de cierre surgen de combinar, de distinta forma, las alternativas presentadas más arriba.

**JOHANSEN.**<sup>29</sup> Se asume lo siguiente: el consumo público es exógeno, el ahorro del resto del mundo es exógeno, y la inversión real es exógena. Esta regla de cierre macroeconómico es útil para analizar los efectos sobre el bienestar de políticas económicas alternativas en un modelo estático, donde los agentes económicos no enfrentan una restricción presupuestaria intertemporal. Como ventaja, evita considerar como positivos los efectos que sobre el bienestar podrían tener cambios en el ahorro del resto del mundo como así también en la inversión. Por ejemplo, si aumenta el ahorro del resto del mundo al mismo tiempo que cae la inversión, el modelo mostraría un incremento del bienestar de los hogares. Sin embargo, por tratarse de un modelo estático, no se consideran las pérdidas de bienestar en períodos futuros que surgirían como consecuencia de un stock de deuda externa más grande combinado con un stock de capital más chico. En resumen, el consumo de los hogares es el único componente de la absorción que ajusta en respuesta a cambios en las tasas de ahorro de las instituciones domésticas diferentes del gobierno. Por su parte, se asume que el gasto público es exógeno debido a que el modelo no captura su impacto (directo e indirecto) sobre el bienestar.

**NEOCLÁSICA.** Se trata de una regla de cierre donde la inversión sigue al ahorro. Es decir, las tasas de ahorro son exógenas al tiempo que la inversión ajusta de manera endógena. La diferencia respecto de la anterior es que se asume inversión endógena con tasas de ahorro de las instituciones domésticas diferentes del gobierno que permanecen constantes. Así, cualquier ajuste recaerá sobre las cantidades demandadas para inversión.

**KEYNESIANA.** En términos generales, bajo una regla de cierre keynesiana, tanto las tasas de ahorro como la inversión son exógenos. En consecuencia, se vuelve necesario

---

<sup>29</sup> La regla de cierre que se describe es similar a la utilizada por Johansen (1960) en una de las primeras aplicaciones de la metodología del CGE.

encontrar un mecanismo que permita equilibrar ahorro e inversión. Para ello se ofrecen tres alternativas:

(1) asumir que el nivel de empleo se determina endógenamente a fin de generar el ahorro necesario para financiar una inversión dada - notar que si aumenta el gasto público no se producirá un efecto desplazamiento de la inversión privada, sino que también se incrementará el nivel de empleo a fin de generar los ingresos del gobierno necesarios para financiar la expansión del gasto. En este caso, el nivel de empleo más elevado se genera a costa de una caída en el salario real, un resultado que puede resultar poco satisfactorio.

(2) como alternativa al supuesto de salario real flexible, puede asumirse que existe un factor de distorsión que rompe la igualdad entre salario y productividad marginal por lo que permite incrementos del empleo sin cambios en el salario real (ver variable ZETA en ecuación (FP6)). Así, el ajuste para los productores se daría a través de una caída en la remuneración a los demás factores de producción.

(3) los casos anteriores pueden combinarse con ahorro del resto del mundo flexible, de manera tal que las fuentes de ahorro disponibles ante un incremento de la inversión sean dos: el incremento del empleo para generar más ingreso de los hogares, y el incremento del ahorro del resto del mundo - en este caso, el multiplicador ingreso-empleo se achica.

Para una discusión sobre reglas de cierre macroeconómico alternativas puede consultarse Sen (1963), Rattso (1982), Whalley and Yeung (1984), Robinson (2006), entre otros.

### **3. LA CALIBRACION**

En este trabajo, la “calibración” se entiende en el marco de los modelos de raíz walrasiana orientados a la evaluación de política (ver Dawkins et al. (2001) y Mansur y Whalley (1984)).<sup>30</sup> Como se mencionó en el Capítulo 1, la principal fuente de información para calibrar un modelo de CGE viene dada por una matriz de contabilidad social (ver Capítulo 3). En pocas palabras, una SAM es una matriz cuadrada que

---

<sup>30</sup> En Romero (2009) se realiza una revisión de la literatura sobre calibración de modelos de CGE, utilizando como ejemplo una SAM de Argentina.

muestra todas las transacciones que se realizaron en una economía durante un período de tiempo determinado, típicamente un año. Las cuentas de las columnas realizan compras mientras que las cuentas de las filas realizan ventas. En consecuencia, una SAM extiende la matriz insumo-producto para capturar el flujo circular de la renta, agregando el cruce entre las distribuciones funcional y personal del ingreso. Para que una SAM esté equilibrada debe cumplirse que la suma de filas y columnas correspondientes sea igual. Así, cada agente de la economía (firmas, hogares, gobierno, resto del mundo, etc.) cumple con su restricción presupuestaria (i.e., sus ingresos se igualan con sus gastos). Como se describe en el Capítulo 3, la SAM expone la solución del modelo en el año que se considera como base.

La calibración, a diferencia de la estimación econométrica, es un procedimiento determinístico en el que una única observación (i.e., la SAM) se utiliza para inferir el valor de gran parte de los parámetros de comportamiento del modelo. De hecho, los parámetros calibrados se eligen de manera tal que, en ausencia de shocks, el modelo arroje una solución que reproduzca el punto de referencia o “benchmark”. En la calibración del modelo de CGE, la SAM se combina con estimaciones de parámetros libres (ver Capítulo 4); típicamente, elasticidades de sustitución en funciones tipo CES. Además, se emplean datos que complementan la SAM, como estimaciones de las tasas de desempleo por categoría de trabajo. Por otro lado, en el caso de un modelo dinámico, es necesario contar con estimaciones que permitan generar una trayectoria de base o referencia. En general, se trata de algunas tasas de crecimiento que se emplean para la “calibración dinámica” del modelo. En lo que sigue se describe el proceso de calibración para luego detallar la información necesaria.

A modo de ejemplo, supongamos que la SAM muestra, para un sector particular, lo siguiente: valor agregado ( $q$ ) = 100, remuneración al trabajo ( $w.L$ ) = 70, y remuneración al capital ( $r.K$ ) = 30; todas las magnitudes son valores expresados en pesos corrientes. Luego, asumiendo que la función de producción de valor agregado es de tipo CES (ver ecuación (FP5)), los parámetros a calibrar son  $\delta_L$ ,  $\delta_K$  y  $\phi$ , al tiempo que la elasticidad de sustitución ( $\sigma$ ) es un parámetro libre. Simplificando la notación, las fórmulas de calibración que se obtienen de las CPO que resuelve el productor son (ver más abajo)

$$\delta_L = \frac{L^{\frac{1}{\sigma}} w}{L^{\frac{1}{\sigma}} w + K^{\frac{1}{\sigma}} r}$$

$$\delta_K = \frac{K^{\frac{1}{\sigma}} r}{L^{\frac{1}{\sigma}} w + K^{\frac{1}{\sigma}} r}$$

$$\phi = \frac{q}{\left( \delta_L L^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \delta_K K^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}}$$

donde  $w$ ,  $r$ ,  $L$ ,  $K$ , y  $q$  es información que puede obtenerse a partir de la SAM. Sin embargo, la SAM sólo brinda información sobre valores, no sobre cantidades y precios. En consecuencia, se sigue la propuesta de Harberger (1962) de medir las cantidades en unidades físicas tales que su precio sea igual a uno. De esta forma, es posible obtener información sobre precios y cantidades a partir de observar información sobre valores. En el caso del ejemplo, los valores calibrados de  $\delta_L$ ,  $\delta_K$  y  $\phi$  son

$$\delta_L = 0,584$$

$$\delta_K = 0,416$$

$$\phi = 1,933$$

Como se muestra más abajo, las demás funciones de comportamiento se calibran de manera similar, combinando información de la SAM con estimaciones “exógenas” de algún parámetro de comportamiento; en general, una elasticidad de sustitución/transformación.

## **LOS PROBLEMAS DE OPTIMIZACIÓN**

En este apartado se presentan los problemas de optimización que resuelve cada uno de los agentes del modelo. Las ecuaciones de comportamiento del modelo de CGE se obtienen de las CPO que se muestran a continuación. A fin de simplificar la notación, en lo que sigue no se muestra el subíndice de tiempo. Como se mencionó, las CPO permiten obtener, además, las ecuaciones que luego se utilizan para la calibración del modelo.

## PRODUCCIÓN

El problema de minimización de costos que resuelven los productores para determinar la demanda de factores primarios de producción puede escribirse como

$$\min_{QF} \sum_f WF_f WFDIST_{f,a} (1 + TFACT_{f,a}) QF_{f,a} \quad (\text{FPc1})$$

$$\text{s. a. } QVA_a = \phi_a \left( \sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho va_a} \right)^{-\frac{1}{\rho va_a}} \quad (\text{FPc2})$$

Condiciones de Primer Orden (CPO)

$$QF_{f,a} = \left( \frac{\lambda_a}{WF_f WFDIST_{f,a} (1 + TFACT_{f,a})} \right)^{\sigma va_a} (\delta_{f,a}^{va})^{\sigma va_a} (\phi_a)^{\sigma va_a - 1} QVA_a \quad (\text{FPc3})$$

$$QVA_a = \phi_a \left( \sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho va_a} \right)^{-\frac{1}{\rho va_a}} \quad (\text{FPc4})$$

En la presentación matemática del modelo se iguala el valor del multiplicador de lagrange al precio del valor agregado,  $\lambda_a = PVA_a$ . La ecuación (FPc3) es la función de demanda de factor  $f$  por parte de la actividad  $a$ , mientras que la ecuación (FPc4) es la función de producción de valor agregado tipo CES.

CALIBRACIÓN. Operando sobre las CPO se obtienen las siguientes fórmulas de calibración para los parámetros de distribución y escala, respectivamente.

$$\delta_{f,a}^{va} = \frac{(QF_{f,a})^{\frac{1}{\sigma va_a}} WF_f WFDIST_{f,a} (1 + TFACT_{f,a})}{\sum_{f'} (QF_{f',a})^{\frac{1}{\sigma va_a}} WF_{f'} WFDIST_{f',a} (1 + TFACT_{f',a})} \quad (\text{FPc5})$$

$$\phi_a = \frac{QVA_a}{\left( \sum_f \delta_{f,a}^{va} QF_{f,a}^{-\rho va_a} \right)^{-\frac{1}{\rho va_a}}} \quad (\text{FPc6})$$

En la calibración se emplean los valores de las variables endógenas que se obtienen de la SAM (ver Capítulo 3). Cabe recalcar que la calibración de una función de producción tipo CES requiere contar con estimaciones independientes para la elasticidad de sustitución entre factores primarios de producción (ver Capítulo 4). Las funciones de



producción de los sectores agrícolas se calibran de manera similar, aunque requieren de un número más grande de parámetros.

## CONSUMO HOGARES

El problema de maximización de utilidad que resuelven los consumidores puede escribirse como

$$\max_{QH} \prod_c (QH_{c,h} - qhmin_{c,h})^{\beta_{c,h}} (CF_h - cfmin_{c,h})^{sh_h} \quad (\text{Hc1})$$

$$\text{s. a. } EH_h = \sum_c PQD_{c,h} QH_{c,h} + PF_t CF_{h,t} \quad (\text{Hc2})$$

Así, se emplea una función de utilidad tipo Stone-Geary que incorpora el consumo futuro entre sus argumentos. En la literatura existen ejemplos que emplean una función similar a la anterior pero que no incorpora un consumo futuro mínimo (ver Beghin et al. (1996); van der Mensbrugge (2005); van der Mensbrugge (1994)). En ese caso, puede demostrarse que el ahorro no depende de la tasa de interés, ya que en una función tipo LES sin consumo mínimo (i.e., una Cobb-Douglas) se gasta una proporción fija del ingreso supernumerario en cada uno de los bienes.<sup>31</sup>

Con expectativas estacionarias, el monto de ahorro SH generará un ingreso anual recurrente igual a  $r*SH$ , donde  $r$  es la tasa de interés. A su vez, en cada período futuro, dicho ingreso permitirá adquirir la cantidad  $r*SH/CPI$  de un bien compuesto (i.e., el consumo futuro). El índice de precios al consumidor se utiliza para aproximar el precio esperado del consumo futuro. Si la tasa de descuento intertemporal es  $\rho$ , la cantidad de consumo futuro CF que puede comprar el monto de ahorro SH es igual al valor presente del consumo futuro que puede sostener el ingreso anual recurrente  $r*SH$ . Analíticamente,

$$CF = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{r}{(1+\rho)^t} \frac{SH}{CPI} = \frac{r}{\rho} \frac{SH}{CPI} \quad (\text{Hc3})$$

Es decir,

---

<sup>31</sup> En dicho caso, el argumento que aparece en la función de utilidad es  $CF=SH/CPI$ , donde el CPI aproxima el precio esperado del consumo futuro.

$$SH = \left( \frac{\rho}{r} CPI \right) CF \quad (\text{Hc4})$$

$$SH = PF.CF \quad (\text{Hc5})$$

donde PF se define como el precio del consumo futuro CF.

CPO

Operando sobre las CPO del problema anterior se obtienen las funciones de demanda de bienes y de consumo futuro (i.e., ahorro), que se conocen como sistema de gasto lineal extendido (ELES); pueden escribirse como

$$QH_{c,h} = qhmin_{c,h} + \frac{\beta_{c,h}}{PQD_{c,h}} \left( EH_h - \sum_{c'} PQD_{c',h} qhmin_{c'h} - PFcfmin_{c'h} \right) \quad (\text{Hc6})$$

$$CF_h = cfmin_{c,h} + \frac{sh1_h}{PF} \left( EH_h - \sum_{c'} PQD_{c',h} qhmin_{c'h} - PFcfmin_{c'h} \right) \quad (\text{Hc7})$$

CALIBRACIÓN. Para calibrar el valor de los parámetros de distribución  $\beta_{c,h}$  es necesario contar con estimaciones para la elasticidad-gasto de la demanda de bien  $c$  del hogar  $h$ . La elasticidad-gasto se define como

$$\varepsilon_{c,h}^{EH} = \frac{dQH_{c,h}}{dEH_h} \frac{EH_h}{QH_{c,h}} \quad (\text{Hc8})$$

$$\varepsilon_{c,h}^{EH} = \frac{\beta_{c,h}}{PQD_{c,h}} \frac{EH_h}{QH_{c,h}} \quad (\text{Hc9})$$

$$\beta_{c,h} = (1 - sh1_h) \varepsilon_{c,h}^{EH} \frac{PQD_{c,h} QH_{c,h}}{EH_h} \quad (\text{Hc10})$$

La condición de consistencia teórica que establece la agregación de Engels puede escribirse como

$$\frac{\sum_c PQD_{c,h} QH_{c,h} \varepsilon_{c,h}^{EH}}{EH_h} = 1 \quad (\text{Hc11})$$

La condición anterior se emplea para “ajustar” las elasticidades-gasto estimadas en el Capítulo 4 por fuera de la SAM.

Para calibrar el valor de  $qhmin_{c,h}$  es necesario dar valor al parámetro de Frisch, que se define como el cociente entre el consumo total y consumo discrecional.<sup>32</sup> Analíticamente,

$$frisch_h = - \frac{EH_h}{EH_h - \sum_c PQD_{c,h} qhmin_{c,h} - PFcfmin_h} \quad (Hc12)$$

Reemplazando en la función de demanda de bien  $c$  del hogar  $h$  se obtiene la fórmula de calibración para  $qhmin_{c,h}$ ,

$$qhmin_{c,h} = QH_{c,h} + \frac{\beta_{c,h}}{PQD_{c,h}} \left( \frac{EH_h}{frisch_h} \right) \quad (Hc13)$$

De manera similar, reemplazando en la función de demanda de consumo futuro del hogar  $h$  se obtiene la fórmula de calibración  $cfmin_h$ ,

$$cfmin_{c,h} = CF_h + \frac{shl_h}{PF} \left( \frac{EH_h}{frisch_h} \right) \quad (Hc14)$$

En este caso, sin embargo, el valor de la propensión marginal a ahorrar  $shl_h$  se considera un parámetro libre; en nuestro caso, su valor se estimó econométricamente (ver Capítulo 4). Por su parte, el valor inicial de CF se obtiene de la fórmula (Hc3), donde todas las magnitudes son conocidas como parte del “benchmark”.

En la implementación del modelo, los valores de  $qhmin_{c,h}$  y  $cfmin_h$  se actualizan en el tiempo para reflejar el crecimiento poblacional.

## BIEN COMPUESTO CONSUMO

La elección doméstico/importado en el consumo puede plantearse como una minimización del costo de comprar la canasta  $QQ_{c,ac}$ ,

$$\min_{QD, QM} PQS_{c,ac} QQ_{c,ac} = PD_{c,ac} QD_{c,ac} + PM_{c,ac} QM_{c,ac} \quad (IMc1)$$

---

<sup>32</sup> El consumo discrecional también se denomina ingreso supernumerario.

$$\text{s. a. } QQ_{c,ac} = \phi q_{c,ac} \left( \delta q_{c,ac}^M QM_{c,ac}^{-\rho q_{c,ac}} + \delta q_{c,ac}^D QD_{c,ac}^{-\rho q_{c,ac}} \right)^{\frac{1}{\rho q_{c,ac}}} \quad (\text{IMc2})$$

CPO

El cociente de las dos primeras condiciones de primer orden puede escribirse como

$$\frac{QM_{c,ac}}{QD_{c,ac}} = \left( \frac{PD_c}{PM_{c,ac}} \frac{\delta q_{c,ac}^M}{\delta q_{c,ac}^D} \right)^{\frac{1}{1+\rho q_{c,ac}}} \quad (\text{IMc3})$$

Adicionalmente, la función de producción completa el sistema de ecuaciones que representan las CPO del problema de optimización anterior.

$$QQ_{c,ac} = \phi q_{c,ac} \left( \delta q_{c,ac}^M QM_{c,ac}^{-\rho q_{c,ac}} + \delta q_{c,ac}^D QD_{c,ac}^{-\rho q_{c,ac}} \right)^{\frac{1}{\rho q_{c,ac}}} \quad (\text{IMc4})$$

CALIBRACIÓN. Las fórmulas de calibración son similares a las presentadas más arriba para la función de producción de valor agregado. A saber,

$$\delta q_{c,ac}^M = \frac{PM_{c,ac} QM_{c,ac}^{\frac{1}{\sigma q_{c,ac}}}}{\frac{1}{PD_c QD_{c,ac}^{\sigma q_{c,ac}}} + PM_{c,ac} QM_{c,ac}^{\frac{1}{\sigma q_{c,ac}}}} \quad (\text{IMc5})$$

$$\delta q_{c,ac}^D = \frac{PD_c QD_{c,ac}^{\frac{1}{\sigma q_{c,ac}}}}{\frac{1}{PD_c QD_{c,ac}^{\sigma q_{c,ac}}} + PM_{c,ac} QM_{c,ac}^{\frac{1}{\sigma q_{c,ac}}}} \quad (\text{IMc6})$$

$$\phi q_{c,ac} = \frac{QQ_{c,ac}}{\left( \delta q_{c,ac}^M QM_{c,ac}^{-\rho q_{c,ac}} + \delta q_{c,ac}^D QD_{c,ac}^{-\rho q_{c,ac}} \right)^{\frac{1}{\rho q_{c,ac}}}} \quad (\text{IMc7})$$

También en este caso es necesario contar con estimaciones independientes para las elasticidades de sustitución ( $\sigma q_{c,ac}$ ) entre bienes domésticos e importados; se requiere una elasticidad para cada bien y agente que, de acuerdo con la información de la SAM, demanda las variedades doméstica e importada del mismo bien.

### **BIEN COMPUESTO PRODUCCIÓN**

La elección entre vender al mercado doméstico o exportar al resto del mundo se modela con una función de transformación de tipo CET. El problema de optimización restringida que resuelven los productores se escribe como

$$\max_{QDS_c, QE_c} PX_c QX_c = PD_c QDS_c + PE_c QE_c \quad (\text{EXc1})$$

$$\text{s. a. } QX_c = \phi_t \left( \delta_c^E QE_c^{\rho_c} + \delta_c^D QDS_c^{\rho_c} \right)^{\frac{1}{\rho_c}} \quad (\text{EXc2})$$

CPO

El cociente de las dos primeras condiciones de primer orden puede escribirse como

$$\frac{QE_c}{QDS_c} = \left( \frac{PE_c \delta_c^D}{PD_c \delta_c^E} \right)^{\frac{1}{\rho_c - 1}} \quad (\text{EXc3})$$

Adicionalmente, la función de transformación completa el sistema de ecuaciones que representan las CPO del problema de optimización anterior; es decir,

$$QX_c = \phi_t \left( \delta_c^E QE_c^{\rho_c} + \delta_c^D QDS_c^{\rho_c} \right)^{\frac{1}{\rho_c}} \quad (\text{EXc4})$$

CALIBRACIÓN. Nuevamente, las fórmulas de calibración se obtienen operando sobre las CPO del problema de optimización restringida anterior. A saber,

$$\delta_c^E = \frac{PE_c QE_c^{-\left(\frac{1}{\sigma_c}\right)}}{PD_c QDS_c^{-\left(\frac{1}{\sigma_c}\right)} + PE_c QE_c^{-\left(\frac{1}{\sigma_c}\right)}} \quad (\text{EXc5})$$

$$\delta_c^D = \frac{PD_c QDS_c^{-\left(\frac{1}{\sigma_c}\right)}}{PD_c QDS_c^{-\left(\frac{1}{\sigma_c}\right)} + PE_c QE_c^{-\left(\frac{1}{\sigma_c}\right)}} \quad (\text{CET6})$$

$$\phi_t = \frac{QX_c}{\left( \delta_c^E QE_c^{\rho_c} + \delta_c^D QDS_c^{\rho_c} \right)^{\frac{1}{\rho_c}}} \quad (\text{EXc7})$$

En este caso es necesario contar con estimaciones independientes para las elasticidades de transformación ( $\sigma_c$ ) entre ventas domésticas y exportaciones; se requiere una elasticidad de transformación para cada bien.

### MOVILIDAD FACTORIAL IMPERFECTA

El problema de optimización que se resuelve para asignar la oferta total entre los distintos segmentos del mercado factorial puede escribirse como

$$\max_{QFS} WF_{f,tot} (1 - UERAT_{f,tot}) QFS_{f,tot} = \sum_{gs} WF_{f,gs} (1 - UERAT_{f,gs}) QFS_{f,gs} \quad (SLUc1)$$

$$\text{s. a. } QFS_{f,tot} = \phi_f^{SLU} \left( \sum_{gs} \delta_{f,gs}^{SLU} QFS_{f,gs}^{\rho_f^{SLU}} \right)^{\frac{1}{\rho_f^{SLU}}} \quad (SLUc2)$$

donde  $gs$  es el subíndice que identifica a los segmentos en que se dividió el mercado del factor  $f$ ; dichos segmentos se definen como grupos de actividades. Naturalmente, estas formas funcionales se aplican únicamente a los factores que tienen movilidad intersectorial imperfecta.

### CPO

Las CPO del problema anterior pueden escribirse como

$$QFS_{f,gs} = \left[ \frac{WF_{f,gs} (1 - UERAT_{f,gs})}{WF_{f,tot} (1 - UERAT_{f,tot})} \right]^{\sigma_f^{SLU}} (\delta_{f,gs}^{SLU})^{-\sigma_f^{SLU}} QFS_{f,tot} (\phi_f^{SLU})^{-(1+\sigma_f^{SLU})} \quad (SLUc3)$$

$$QFS_{f,tot} = \phi_f^{SLU} \left( \sum_{gs} \delta_{f,gs}^{SLU} QFS_{f,gs}^{\rho_f^{SLU}} \right)^{\frac{1}{\rho_f^{SLU}}} \quad (SLUc4)$$

CALIBRACION. Las fórmulas de calibración son similares a las presentadas más arriba para la elección sobre exportaciones versus ventas domésticas. De hecho, operando sobre las CPO se obtiene que

$$\delta_{f,gs}^{SLU} = \frac{WF_{f,gs} (1 - UERAT_{f,gs}) (QFS_{f,gs})^{\left(\frac{1}{\sigma_f^{SLU}}\right)}}{\sum_{gs'} WF_{f,gs'} (1 - UERAT_{f,gs'}) (QFS_{f,gs'})^{\left(-\frac{1}{\sigma_f^{SLU}}\right)}} \quad (SLUc5)$$

$$\phi_f^{SLU} = \frac{QFS_{f,tot}}{\left( \sum_{gs} \delta_{f,gs}^{SLU} QFS_{f,gs}^{\rho_f^{SLU}} \right)^{\frac{1}{\rho_f^{SLU}}}} \quad (SLUc6)$$

## INVERSION POR ORIGEN

La composición por origen de la inversión se determina mediante una función de tipo Cobb-Dogulas. Así, el problema de optimización que se resuelve puede computarse como

$$\min_{QINV} INVTOT = PCAP \sum_{fcap,apr} IND_{fcap,apr} = \sum_c PQD_{c,inv} QINV_c \quad (INVc1)$$

$$\text{s. a. } \sum_{fcap,apr} IND_{fcap,apr} = \phi^{INV} \prod_c (QINV_c)^{\delta_c^{INV}} \quad (INVc2)$$

donde  $\sum_{fcap,apr} IND_{fcap,apr}$  es el volumen de nuevo capital, que puede sumarse porque se asume que antes de ser instalado es completamente homogéneo, independientemente de cuál sea su sector de destino.

### CPO

Operando sobre las CPO del problema anterior se obtiene la composición por origen de la inversión, que puede escribirse como

$$PQD_{c,inv,t} QINV_{c,t} = \delta_c^{INV} INVTOT_t \quad (INVc3)$$

CALIBRACION. El valor de  $\delta_c^{INV}$  se obtiene despejando de la ecuación anterior, dado que en la calibración los valores de los demás elementos que allí aparecen son conocidos. Por su parte, el valor del parámetro de escala  $\phi^{INV}$  se calcula a partir de la función de producción indirecta (i.e., reemplazando (INVc3) en (INVc2)) como

$$\phi^{INV} = \frac{1}{PCAP} \prod_c \left( \frac{PQD_{c,inv}}{\delta_c^{INV}} \right)^{\delta_c^{INV}} \quad (INVc4)$$

La calibración de la función que determina la composición por origen de la inversión pública es simétrica.

## INVERSION POR DESTINO (DINAMICA)

A fin de facilitar la lectura, en este apartado se modifica la notación que se emplea para presentar el problema de optimización respecto de la que se utilizó más arriba para la presentación del modelo. Como veremos, la ecuación que se emplea para modelar la

inversión por destino corresponde a la solución del problema de optimización que resuelve una firma que maximiza el valor presente de su flujo de fondos, eligiendo cuánto trabajo emplear y cuánto invertir en cada período. Matemáticamente,

$$\max V = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{(1+r)^t} \left[ p_t F(K_t, L_t) - w_t L_t - q_t I_t - q_t \frac{\gamma}{2} I_t^2 \right] \quad (\text{Dc1})$$

s. a.

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t \quad (\text{Dc2})$$

$$K_0 = \bar{K}_0 \quad (\text{Dc3})$$

donde  $V$  es el valor presente del flujo de caja de la firma,  $r$  es la tasa de descuento,  $p_t$  es el precio del bien,  $F(K_t, L_t)$  es la función de producción,  $w_t$  es el salario,  $L_t$  es la demanda de trabajo,  $q_t$  es el costo de reposición del capital,  $I_t$  es la inversión,  $\delta$  es la tasa de depreciación, y  $\gamma$  es un parámetro que mide los costos de ajuste.

CPO

Las CPO del problema anterior son

$$p_t \frac{\partial F}{\partial L_t} = w_t \quad (\text{Dc4})$$

$$p_t \frac{\partial F}{\partial K_t} = (1+r)q_{t-1}(1 + \lambda_{t-1}) - q_t(1 + \lambda_t)(1 - \delta) \quad (\text{Dc5})$$

$$I_t = K_{t+1} - (1 - \delta)K_t \quad (\text{Dc6})$$

$$K_0 = \bar{K}_0 \quad (\text{Dc7})$$

Es posible demostrar que las CPO anteriores junto con el supuesto de expectativas estacionarias, arrojan la siguiente ecuación para la demanda de inversión (ver Lemelin y Decaluwé (2007)):

$$I_t = \frac{1}{\gamma} \left( \frac{R_t}{(r + \delta)q_t} - 1 \right) \quad (\text{Dc8})$$



donde  $R_t$  es el valor del producto marginal del capital, y el denominador de  $R_t$  es el costo de uso del capital  $u_t$ ; es decir,

$$u_t = (r + \delta)q_t$$

La ecuación (Dc8) aparece en el modelo como

$$IND_{f,a,t} = \Omega_{f,a}^{INV} \left( \frac{WFA_{f,a,t}}{UCCAP_{f,a,t}} \right)^{\eta_{f,a}^{INV}} QF_{f,a,t} \quad \begin{array}{l} f \in fcap \\ a \in aprv \end{array} \quad (D6)$$

donde, a diferencia del modelo teórico, aparece el stock de capital empleado. Sin embargo, esta diferencia se justifica asumiendo que la ecuación (D6) se refiere a toda la industria; no a una única firma. En consecuencia, es razonable asumir que la inversión por destino es proporcional al stock de capital sectorial existente.

CALIBRACION. Como se mencionó, la calibración dinámica del modelo puede realizarse asumiendo que la economía se encuentra en una senda de crecimiento balanceado. Para ello, deben seguirse los pasos que se describen a continuación.<sup>33</sup> En primer lugar, se supone que la  $q$  de Tobin es igual para todos los sectores; es decir,

$$\frac{WFA_{fcap,aprv}}{UCCAP_{fcap,aprv}} = \alpha \quad (Dc9)$$

$$WFA_{fcap,aprv} = \alpha UCCAP_{fcap,aprv} = \alpha PCAP (deprrat_{fcap,aprv} + INTRAT) \quad (Dc10)$$

En segundo lugar, el supuesto de que la economía crece de manera balanceada puede escribirse como

$$IND_{f,a} = QF_{f,a} (popgrwrat + deprrat_{f,a}) \quad \begin{array}{l} f \in fcap \\ a \in aprv \end{array} \quad (Dc11)$$

Además, se asume que el costo de reposición del capital es - inicialmente - igual a la unidad,  $PCAP = 1$ . Entonces, el costo de uso del capital puede estimarse como

$$UCCAP_{f,a} = PCAP (deprrat_{f,a} + INTRAT) \quad \begin{array}{l} f \in fcap \\ a \in aprv \end{array} \quad (Dc12)$$

---

<sup>33</sup> La discusión se realiza para la inversión privada; el caso de la inversión pública puede tratarse de manera similar.

donde la tasa de interés inicial se determina de manera arbitraria (i.e., no se desprende de la SAM).

El siguiente paso consiste en obtener un valor para  $\alpha$ . Para ello, partimos de la igualdad

$$INVTOT = PCAP \sum_{a \in aprv} IND_{f,a} \quad f \in fcap \quad (Dc13)$$

donde el lado izquierdo es el monto total invertido en actividades privadas y el lado derecho es el costo del nuevo capital adquirido; nótese que se emplea un único precio para el nuevo capital, lo que refleja nuestro supuesto de capital homogéneo antes de ser instalado. Reescribiendo (Dc13),

$$\sum_{f \in fcap, a \in aprv} IND_{f,a} = \frac{INVTOT}{PCAP} \quad (Dc14)$$

Reemplazando (Dc10) y (Dc11) en la expresión anterior se tiene que

$$\sum_{f \in fcap, a \in aprv} QF_{f,a} (popgrwrat + deprrat_{f,a}) = \frac{INVTOT}{PCAP} \quad (Dc15)$$

$$\sum_{f \in fcap, a \in aprv} \frac{WFA_{f,a}}{\alpha UCCAP_{f,a}} QF_{f,a} (popgrwrat + deprrat_{f,a}) = \frac{INVTOT}{PCAP} \quad (Dc16)$$

Despejando  $\alpha$ ,

$$\alpha = \sum_{f \in fcap, a \in aprv} \frac{WFA_{f,a}}{UCCAP_{f,a}} QF_{f,a} (popgrwrat + deprrat_{f,a}) \frac{PCAP}{INVTOT} \quad (Dc17)$$

$$\alpha = \sum_{f \in fcap, a \in aprv} \frac{WFA_{f,a} QF_{f,a} (popgrwrat + deprrat_{f,a})}{PCAP (deprrat_{f,a} + INTRAT)} \frac{PCAP}{INVTOT} \quad (Dc18)$$

$$\alpha = \sum_{f \in fcap, a \in aprv} \frac{WFA_{f,a} QF_{f,a} (popgrwrat + deprrat_{f,a})}{(deprrat_{f,a} + INTRAT)} \frac{1}{INVTOT} \quad (Dc19)$$

En la expresión anterior,  $WFA_{fcap, aprv} QF_{fcap, aprv}$  se obtiene directamente de la SAM; específicamente en las celdas que capturan los pagos al capital por parte de las actividades. Luego, de (Dc10) se obtiene el valor de WFA como

$$WFA_{f,a} = \alpha UCCAP_{f,a} \quad \begin{array}{l} f \in fcap \\ a \in aprv \end{array}$$

El valor de inicial de  $QF_{f,a}$  puede obtenerse como

$$QF_{f,a} = \frac{WFA_{f,a} QF_{f,a}}{WFA_{f,a}} = \frac{SAM_{f,a}}{WFA_{f,a}} \quad \begin{array}{l} f \in fcap \\ a \in aprv \end{array} \quad (Dc20)$$

El valor de IND se calcula directamente a partir de la ecuación (Dc11), dado que todos sus componentes ya fueron estimados. Finalmente, de la ecuación (D6) se obtiene el valor de  $\Omega_{f,aprv}^{INV}$  como

$$\Omega_{f,a}^{INV} = \frac{IND_{f,a}}{QF_{f,a}} \left( \frac{UCCAP_{f,a}}{WFA_{f,a}} \right)^{\eta_{f,a}^{INV}} \quad \begin{array}{l} f \in fcap \\ a \in aprv \end{array} \quad (Dc21)$$

Como alternativa, el modelo puede calibrarse computando los stocks de capital iniciales a partir de estimaciones sobre la tasa de retorno al capital. En este caso, no es necesario asumir que la economía se ubica en una senda de crecimiento balanceado en el año que se toma como base. En cambio, los stocks de capital iniciales se estiman como el cociente entre la remuneración al capital (i.e., el excedente de explotación registrado en las tablas insumo-producto originales) y la tasa neta de retorno al capital (netprfrat). Formalmente,

$$QF_{f,a} = \frac{SAM_{f,a}}{(netprfrat_{f,a} + deprrat_{f,a})} \quad \begin{array}{l} f \in fcap \\ a \in aprv \end{array} \quad (Dc22)$$

Luego, la inversión por destino del año que se toma como base puede calcularse a partir de la participación de cada actividad en la remuneración total al capital; es decir,

$$IND_{f,a} = INVTOT \frac{QF_{f,a}}{\sum_{a'} QF_{f,a'}} \quad \begin{array}{l} f = fcap \\ a = aprv \end{array} \quad (Dc23)$$

## RESUMEN

A modo de resumen, el modelo construido requiere, además de la SAM, la siguiente información para ser calibrado:

- elasticidades de sustitución entre factores primarios de producción
- elasticidades-ingreso y relación entre ingreso total e ingreso discrecional (i.e., parámetro de Frisch) para las demandas de bienes de las familias

- elasticidades relacionadas con el comercio; elasticidades de sustitución entre compras domésticas e importaciones (Armington (1969)) y elasticidades de transformación entre ventas domésticas y exportaciones
- elasticidad de la inversión por destino con respecto a la  $q$  de Tobin
- elasticidad de transformación entre empleos urbanos y rurales
- elasticidad-desempleo del salario de cada categoría de trabajo modelada con una curva de salarios
- tasa de desempleo para cada tipo de trabajo en las “regiones” urbana y rural
- tasas de depreciación – por actividad - del capital
- propensión marginal a ahorrar
- tasa de preferencia intertemporal
- para la calibración dinámica, se utilizan estimaciones de crecimiento del PBI, del consumo del gobierno, de la inversión, de la población, de la oferta factorial, y de las transferencias entre instituciones
- por último, el valor (exógeno) de  $WFDIST_{f,a,t}$  puede computarse si, además de la SAM, se cuenta con información acerca de la cantidad de factor  $f$  empleado por cada actividad  $a$ . Por ejemplo, cantidad de trabajadores en cada sector productivo. En el caso del modelo dinámico, el valor de  $WFDIST_{f,a,t}$  para los factores capital se computa de manera tal imponer una tasa de retorno al capital conocida.

Las elasticidades empleadas para la calibración del modelo se presentan en el Capítulo 4; el resto de la información se describe en el Capítulo 5, que contiene las simulaciones realizadas con el modelo.

## 4. OPTIMIZACION DE POLITICAS

En esta sección el modelo presentado más arriba se extiende para utilizarlo en un contexto donde las respuestas de política se eligen de manera óptima. Con ese objetivo, se agrega al modelo una función objetivo que el “hacedor de política” busca optimizar teniendo a disposición distintos instrumentos de política. Así, el modelo pasa de resolverse como un sistema de ecuaciones no lineales a resolverse como un problema de

programación matemática, donde – por ejemplo - se minimiza una función de pérdida tomando como restricción el funcionamiento de la economía tal como lo capturan las ecuaciones presentadas en la Sección 2.

La literatura de CGE no abunda en este tipo de aplicaciones; los modelos suelen emplearse como lo hacemos en el Capítulo 5, donde se estudian los efectos de modificar uno o más parámetros o variables exógenas. En Böhringer y Rutherford (2002) se utiliza modelo de CGE estático multi-país para determinar impuestos ambientales óptimos, mientras que Bovenberg y Goulder (1996) realizan un análisis similar aplicado al caso de Estados Unidos.<sup>34</sup> Por su parte, Kim (2004) utiliza un modelo lineal de CGE en el contexto de un problema de control estocástico que incorpora la incertidumbre respecto del valor de ciertos parámetros del modelo.

En este trabajo, en cambio, se soluciona un problema más general donde la función a optimizar es una función de pérdida que puede incorporar distintos objetivos; además, se permite la utilización de distintos instrumentos de política, no sólo tasas impositivas. Por último, a diferencia de las aplicaciones mencionadas, el modelo aquí utilizado es dinámico intertemporal, en el sentido de que el hacedor de política optimiza para todos los períodos de simulación de manera simultánea. La utilización de modelos de CGE de esta forma fue sugerida – pero no implementada - por Mercado (2003); en Mercado et al. (1998) se aplica este tipo de enfoque de optimización de políticas pero en el contexto de un modelo macroeconómico relativamente pequeño. Analíticamente, el problema puede plantearse como (ver Mercado (2003))

$$\max_u J = g(x^*)$$

$$\text{s. a. } F(x, u, z, \mu)$$

donde  $x^*$  es un vector de variables objetivos – i.e., un subconjunto del vector de variables endógenas  $x$  –,  $z$  son las variables exógenas,  $\mu$  es un vector de parámetros, y  $u$  es un vector de variables de política cuyo valor se determina endógenamente como

---

<sup>34</sup> Los trabajos mencionados se encuadran dentro de la teoría de la imposición óptima (ver Myles (1995); Stiglitz (1987); Auerbach y Hines (2002)).

resultado del problema de optimización. Así, la restricción representa las ecuaciones de nuestro modelo de CGE.

En las aplicaciones realizadas, se utilizó una función de pérdida intertemporal que el hacedor de política busca minimizar. En particular, se resolvió un problema que puede expresarse como

$$\min L = \sum_t \frac{1}{(1+\nu)^t} \left[ \sum_i \varphi_i (x_{i,t} - x_{i,t}^*)^2 + \varphi_j \sum_j (u_{j,t} - u_{j,t}^*)^2 \right]$$

$$\text{s. a. } F(x, u, z, \mu)$$

donde  $\nu$  es el factor de descuento del hacedor de política,  $u_{j,t}$  se refiere a los distintos instrumentos de política incluidos en el modelo (e.g., impuestos), y los valores con asterisco hacen referencia a las magnitudes alcanzadas en el escenario base o algún objetivo de política particular que desee alcanzarse. Como se observa, se penalizan alejamientos de los instrumentos de política respecto de los valores iniciales. Así, se evitan resultados donde, por ejemplo, los cambios en las estructuras tributarios son demasiado bruscos. El parámetro  $\varphi_i$  mide la penalización que recibe el alejamiento respecto de la meta para el objetivo  $i$ .

## 5. COMENTARIOS FINALES

En este capítulo se presentó el modelo de CGE que se utiliza más adelante para evaluar el impacto de distintos shocks sobre la economía argentina. Como se describió, el modelo contiene características innovadoras, particularmente en el contexto de las aplicaciones de la metodología de CGE para la Argentina.

El modelo presentado ofrece gran cantidad de alternativas para elegir la forma de equilibrar oferta y demanda de factores productivos. Además, pueden seleccionarse diferentes reglas de cierre macroeconómico, a fin de evaluar la sensibilidad de los resultados respecto de los supuestos que se realizan.

A continuación, el Capítulo 3 describe la construcción de la SAM utilizada para la calibración del modelo. Luego, el Capítulo 4 describe la estimación de las elasticidades del modelo.

## REFERENCIAS

- Annabi, Nabil (2003). Modeling Labor Markets in CGE Models. Poverty and Economic Policy Network. Mimeo.
- Armington, Paul S. (1969). A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. *International Monetary Fund Staff Papers* 16: 159-178.
- Auerbach, Alan J. y James Jr. Hines (2002). Taxation and Economic Efficiency. En Alan J. Auerbach y Martin Feldstein (eds.). *Handbook of Public Economics*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland).
- Beghin, John, Sébastien Dessus, David Roland-Holst y Dominique van der Mensbrugge (1996). *General Equilibrium Modelling of Trade and the Environment*. OECD Technical Paper 116.
- Blanchflower, David G. y Andrew J. Oswald (1994). *The Wage Curve*. Cambridge: The MIT Press.
- Bovenberg, A. Lans y Goulder, Lawrence H. (1996). Optimal Environmental Taxation in the Presence of Other Taxes: General Equilibrium Analysis. *The American Economic Review* 86 (4): 985-1006.
- Chisari Omar O., Antonio Estache y Carlos A. Romero (2007). Lessons from Computable General Equilibrium Models Applied to Regulatory Economics. En O. O. Chisari. *Regulatory Economics and Quantitative Methods*. London: Edward Elgar.
- Chisari, Omar y Martín Cicowiez (2010). Marginal Cost of Public Funds and Regulatory Regimes: Computable General Equilibrium Evaluation for Argentina. *Revista de Análisis Económico* 25 (1): 79-116.
- Cicowiez, Martín y Marco V. Sánchez-Cantillo (2010). Efectividad y Viabilidad de la Política Pública frente a los Choques Externos: Un análisis de Simulaciones. CEPAL-MEXICO y UN-DESA.
- Dawkins, Christina, T. N. Srinivasan y John Whalley (2001). Calibration. En J. J. Heckman y E. E. Leamer. *Handbook of Econometrics*. Elsevier.

- Dervis, Kemal, Jaime de Melo y Sherman Robinson (1982). *General Equilibrium Models for Development Policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Devarajan, S., H. Ghanem y K. Thierfelder (1999). Labor Market Regulations, Trade Liberalization and the Distribution of Income in Bangladesh. *Policy Reform* 3: 1-28.
- GAMS (2010). *GAMS: A User's Guide*. GAMS Development Corporation. Washington, D.C.
- Harberger, Arnold C. (1962). The Incidence of the Corporation Income Tax. *Journal of Political Economy* 70 (3): 215-240.
- Johansen, Leif (1960). *A Multi-Sectoral Study of Economic Growth*. Amsterdam: North-Holland.
- Jung, Hong-Sang y Erik Thorbecke (2003). The Impact of Public Education Expenditure on Human Capital, Growth, and Poverty in Tanzania and Zambia: A General Equilibrium Approach. *Journal of Policy Modeling* 25 (8): 701-725.
- Keeney, Roman and Thomas W. Hertel (2005). GTAP-AGR1: A Framework for Assessing the Implications of Multilateral Changes in Agricultural Policies. *GTAP Technical Paper* 24.
- Kim, Seung-Rae (2004). Uncertainty, Political Preferences, and Stabilization: Stochastic Control Using Dynamic CGE Models. *Computational Economics* 24 (2): 97-116.
- Lemelin, André y Bernard Decaluwé (2007). Issues in Recursive Dynamic CGE Modeling: Investment by Destination, Savings, And Public Debt. A Survey. Mimeo.
- Mansur, Ahsan H. y John Whalley (1984). Numerical Specification of Applied General Equilibrium Models: Estimation, Calibration and Data. En H. E. Scarf y J. B. Shoven (eds.). *Applied General equilibrium Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Melo, Jaime de y Sherman Robinson (1989). Product Differentiation and the Treatment of Foreign Trade in Computable General Equilibrium Models of Small Economies. *Journal of International Economics* 27: 47-67.



- Mercado, P. Ruben (2003). Empirical Economywide Modeling in Argentina. *LLILAS Visiting Resource Professors Papers*. University of Texas at Austin.
- Mercado, P. Ruben, David A. Kendrick y Hans Amman (1998). Teaching Macroeconomics with GAMS. *Computational Economics* 12 (2): 125-149.
- Myles, Gareth D. (1995). *Public Economics*. Cambridge University Press.
- Rattso, Jorn (1982). Different Macroclosures of the Original Johansen Model and Their Importance in Policy Evaluation. *Journal of Policy Modeling* 4 (1): 85-97.
- Reinert, K. A. y D. W. Roland-Holst (1997). Social Accounting Matrices. En Francois, J. F. and Reinert, K. A. (eds.). *Applied Methods for Trade Policy Analysis: A Handbook*. Cambridge University Press.
- Robinson, Sherman (1989). Multisector Models. En Hollis Chenery y T. N. Srinivasan (eds.). *Handbook of Development Economics Vol 2*. Amsterdam, Nueva York y Oxford: Elsevier Science and North Holland.
- Robinson, Sherman (2006). Macro Models and Multipliers: Leontief, Stone, Keynes, and CGE Models. En de Janvry, Alain y Ravi Kanbur (eds.). *Poverty, Inequality and Development: Essays in Honor of Erik Thorbecke*. New York: Springer Science.
- Romero, Carlos A. (2009). Calibración de Modelos de Equilibrio General Computado: Métodos y Práctica Usual. En Chisari, Omar O. (ed.). *Progresos en Economía Computacional*. AAEP y TEMAS.
- Round, Jeffery (2003). Constructing SAMs for Development Policy Analysis: Lessons Learned and Challenges Ahead. *Department of Economics University of Warwick*.
- Sadoulet, Elisabeth y Alain de Janvry (1994). *Quantitative Development Policy Analysis*. The Johns Hopkins University Press.
- Sen, Amartya K. (1963). Neo-Classical and Neo-Keynesian Theories of Distribution. *Economic Record* 39: 54-64.
- Shapiro, Carl y Joseph E. Stiglitz (1984). Equilibrium Unemployment as a Worker Discipline Device. *The American Economic Review* 74 (3): 433-444.

- Stiglitz, Joseph E. (1987). Pareto Efficient and Optimal Taxation and the New Welfare Economics. En Alan J. Auerbach y Martin Feldstein (eds.). *Handbook of Public Economics*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland).
- Thierfelder, Karen E., y Clinton R. Shiells (1997). Trade and Labor Market Behavior. En J. F. Francois y K. A. Reinert (eds.). *Applied Methods for Trade Policy Analysis: A Handbook*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Thurlow, James (2004). A Dynamic Computable General Equilibrium (CGE) Model for South Africa: Extending the Static IFPRI Model. *Trade and Industrial Policy Strategies (TIPS) Working Paper 1-2004*.
- van der Mensbrugge, Dominique (1994). GREEN: The Reference Manual. *OECD Technical Paper 143*.
- van der Mensbrugge, Dominique (2005). LINKAGE. Technical Reference Document. The World Bank.
- Whalley, John y Bernard Yeung (1984). External Sector 'Closing' Rules in Applied General Equilibrium Models. *Journal of International Economics* 16: 123-138.

## APENDICE

En este apéndice se deriva una curva de salarios como la presentada en la ecuación (U2) del modelo a partir de un modelo de salarios de eficiencia que sigue la propuesta de Shapiro y Stiglitz (1984); se extiende la presentación de Thierfelder y Shiells (1997) agregando desempleo – ver también Annabi (2003). La utilidad esperada de un trabajador que holgazanea  $U_s$  es

$$rU_s = w - (q + b)(U_s - U_u) \quad (A1)$$

donde  $r$  es la tasa de descuento,  $w$  es el salario,  $q$  es la probabilidad de ser despedido por holgazanear,  $b$  es la proporción de trabajadores que renuncia, y  $U_u$  es la utilidad de estar desempleado. La utilidad esperada de un trabajador que no holgazanea  $U_n$  es

$$rU_n = w - e - b(U_n - U_u) \quad (A2)$$

donde  $e(\geq 0)$  es la desutilidad del esfuerzo. La utilidad de un trabajador desempleado es

$$rU_u = \bar{w} + a(U_{eu} - U_u) \quad (A3)$$

donde  $\bar{w}$  es el beneficio por desempleo,  $a$  es la probabilidad de conseguir trabajo, y  $U_{eu}$  es la utilidad esperada de un trabajador – igual a  $U_n$  en equilibrio.

Los trabajadores eligen no holgazanear si  $U_n \geq U_s$ ; así, esta desigualdad determina la condición de “no holgazaneo”, que al combinarse con las ecuaciones (A1) y (A2) puede escribirse como

$$w \geq rU_u + \frac{e(a + b + r)}{q} \quad (A4)$$

En equilibrio, se supone que  $U_{eu} = U_n$  al mismo tiempo que la ecuación (A4) es una igualdad estricta. Luego, podemos utilizar (A3) para obtener que

$$w \geq \bar{w} + e + \frac{e(a + b + r)}{q} \quad (A5)$$

La ecuación anterior muestra que el salario de eficiencia es creciente con respecto a  $b$ ,  $a$ ,  $r$ ,  $\bar{w}$  y  $e$ , y decreciente con respecto a  $q$ .

En equilibrio, entradas y salidas del desempleo se igualan. Analíticamente,

$$bL = a(LS - L) \quad (A6)$$

donde  $L$  es la cantidad de ocupados,  $LS$  es la oferta laboral, el lado izquierdo representa el flujo de trabajadores que pasa del empleo al desempleo, y el lado derecho representa el flujo de trabajadores que pasa del desempleo al empleo. La tasa de desempleo  $u$  se define como

$$u = \frac{LS - L}{LS} \quad (A7)$$

Luego, la condición de “no holgazaneo” puede reescribirse como

$$w = \bar{w} + e + \frac{e}{q} \left( \frac{b}{u} + r \right) \quad (A8)$$

Así, se obtiene que el salario de equilibrio es inversamente proporcional a la tasa de desempleo. Gráficamente, esta condición puede representarse como en la Figura 2.3.a. El modelo construido contiene una ecuación como la (A8) pero que resulta más sencilla de calibrar, al requerir únicamente la elasticidad-desempleo del salario (ver ecuación (U2)).

### **CAPITULO 3**

## **CALIBRACIÓN DEL MODELO: CONSTRUCCIÓN DE UNA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL PARA ARGENTINA**

Martín Cicowiez

La principal fuente de información que se utiliza para calibrar el modelo de CGE presentado en el Capítulo 2 es una matriz de contabilidad social (SAM) de Argentina para 2006; en este capítulo se documenta su construcción. Ciertamente, los resultados que arroja un modelo de CGE dependen en gran medida de los datos que se utilizan para su calibración. En particular, la SAM se utiliza para “inicializar” el modelo e inferir el valor de los parámetros en las funciones que se emplean para modelar el comportamiento de los agentes económicos. En consecuencia, en este capítulo se elabora una SAM para Argentina empleando la mejor información disponible. La descripción detallada del proceso de construcción de la SAM contribuye a transparentar de los resultados que se obtienen en capítulos posteriores.

Entre las particularidades que tiene la SAM construida, se destaca el nivel de desagregación de los factores primarios de producción. En particular, se extrae del Excedente Bruto de Explotación (i.e., la remuneración a todo tipo de capital físico) el componente correspondiente a los recursos naturales empleados en la agricultura y la minería (i.e., tierra y activos del subsuelo, respectivamente). Asimismo, el trabajo se desagrega en varias categorías, de acuerdo a su calificación, condición de formalidad, y categoría ocupacional (i.e., asalariado/no asalariado). Además, a diferencia de la práctica usual a nivel internacional, se agregan cuentas de importaciones que permite diferenciar la composición doméstico/importado para cada uno de los agentes económicos identificados en el modelo.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> En el caso de Argentina, esta ha sido la práctica usual en los trabajos de Omar Chisari y Carlos Romero (ver Capítulo 1).

El resto del capítulo se organiza de la siguiente manera. La Sección 2 comienza con una presentación de las matrices de contabilidad social; luego, se revisan los antecedentes que existen para Argentina. La Sección 3 describe el procedimiento seguido para elaborar una versión agregada de la SAM para Argentina. La forma en que dicha SAM se desagregó se detalla en la Sección 4. En la Sección 5 se expone el procedimiento de balanceo empleado para ajustar la matriz que se obtiene al combinar fuentes diversas de información. La Sección 6 expone la estructura económica de la Argentina tal y como se captura en la SAM construida. Por último, la Sección 7 concluye.

## **2. DEFINICION Y ANTECEDENTES**

En términos generales, una SAM expone todas las transacciones que se realizaron en una economía durante un año dado. Así, la SAM captura el flujo circular de la renta. Como se mencionó, la SAM es el marco contable que utilizaremos para inferir el valor de varios parámetros de comportamiento de nuestro modelo de CGE.<sup>36</sup> La construcción de matrices de contabilidad social se inició con el trabajo pionero de Richard Stone sobre cuentas sociales (Round, 2003). Luego, Pyatt and Thorbecke (1976) formalizaron la idea de una SAM al mismo tiempo que mostraron cómo se la podía emplear de marco conceptual para realizar ejercicios de política (ver también Pyatt y Round, 1977).

En la práctica, una SAM es una matriz cuadrada en la que cada cuenta o transacción tiene sus propias fila y columna. En términos genéricos, la SAM construida para calibrar nuestro modelo de CGE puede representarse como en la Figura 2.1. Las cuentas de las columnas realizan compras mientras que las cuentas de las filas realizan ventas. Para que una SAM esté equilibrada debe cumplirse que la suma de filas y columnas correspondientes sea igual.<sup>37</sup> Así, cada agente de la economía (firmas, hogares, gobierno, resto del mundo, etc.) cumple con su restricción presupuestaria (i.e., sus ingresos se igualan con sus gastos).

---

<sup>36</sup> Por si sola, la SAM puede emplearse para realizar un análisis – relativamente más simple – de multiplicadores.

<sup>37</sup> Para una discusión acerca de las matrices de contabilidad social puede consultarse Round (2003), Reinert y Roland-Holst (1997), entre otros.

Figura 2.1: Estructura de la SAM

	actividades	productos	factores	hogares	gobierno	resto del mundo	impuestos	ahorro-inversión	total
actividades		producción doméstica							ingreso total
productos	consumo intermedio			consumo hogares	consumo gobierno	exportaciones		inversión	demanda productos
factores	valor agregado					remuneración factorial			ingreso factores
hogares			remuneración factorial		transf	transf			ingreso hogares
gobierno				transf		transf	recaudación tributaria		ingreso gobierno
resto del mundo		importaciones	remuneración factorial	transf	transf				salida divisas
impuestos	impuestos indirectos	impuestos indirectos	impuestos directos	impuestos directos					recaudación tributaria
ahorro-inversión				ahorro hogares	ahorro gobierno	ahorro externo			ahorro total
total	costo total	oferta productos	gasto factores	gasto hogares	gasto gobierno	entrada divisas	recaudación tributaria	inversión total	

La SAM de la Figura 2.1 identifica ocho cuentas genéricas. Las actividades productivas producen bienes y servicios.<sup>38</sup> Para ello, utilizan insumos intermedios domésticos e importados y factores primarios de producción (típicamente, trabajo y capital). Además, enfrentan impuestos indirectos. La diferenciación entre actividades y productos permite que una misma actividad produzca más de un bien, y que el mismo bien sea producido por más de una actividad. La remuneración factorial la reciben las familias de acuerdo a las dotaciones factoriales que poseen.<sup>39</sup> Además, una parte del ingreso factorial puede transferirse al resto del mundo – en el caso del capital, se trata de la remisión de utilidades.

La cuenta que representa a los hogares o familias recoge el consumo privado, las transferencias desde los hogares hacia el resto del mundo, las importaciones para consumo de las familias, los impuestos directos, y el ahorro privado. La otra cuenta institucional corresponde al gobierno, que consume bienes y servicios, realiza y recibe transferencias, recauda impuestos, y ahorra. El resto del mundo demanda las exportaciones, recibe los pagos por importaciones, y realiza/recibe transferencias

<sup>38</sup> En adelante, sólo bienes o productos para simplificar.

<sup>39</sup> Adicionalmente, podrían existir empresas que reciben una parte importante de los ingresos de capital, ahorran (i.e., ganancias retenidas), pagan impuestos, y hacen transferencias a los hogares (i.e., beneficios distribuidos).

hacia/desde las instituciones domésticas y factores de producción. Por último, la diferencia entre entradas y salidas de divisas se compensa con el ahorro del resto del mundo. La cuenta que combina ahorro e inversión cumple una doble función. Como fila, recoge el ahorro de todas las instituciones, las domésticas y el resto del mundo. Como columna, demanda bienes con destino inversión. Como veremos, en la SAM de Argentina se diferencia entre inversión pública y privada, aunque se mantiene una única cuenta para recoger el ahorro de todas las instituciones identificadas en el modelo. Como vimos, la SAM expone las Cuentas Nacionales de un país de forma tal que se capturan los ingresos y gastos de cada uno de los agentes económicos de manera integrada.

En resumen, la SAM agrega a las tablas insumo-producto (i.e., cuadros de oferta y utilización) el cruce entre las distribuciones personal y funcional del ingreso. En consecuencia, la SAM expone el flujo circular de la renta al capturar (1) la generación del ingreso factorial a partir de las actividades productivas, (2) la distribución del ingreso factorial entre las familias, y (3) el gasto en consumo de las familiar que regresa a las actividades como pagos por los productos que venden.

Analíticamente, las transacciones que contiene una SAM pueden escribirse como una matriz  $T$  de dimensión  $n \times n$  donde cada transacción  $t_{ij}$  representa los pagos desde la cuenta de la columna  $j$  hacia la cuenta de la fila  $i$ . En consecuencia, la igualdad entre ingresos y gastos para la cuenta  $i$  puede escribirse como

$$y_i = \sum_j t_{ij} = \sum_j t_{ji}$$

donde  $y_i$  es el ingreso y gasto total de la cuenta  $i$ . Como veremos, a partir de la SAM se computan varios coeficientes que utilizamos para calibrar nuestro modelo de CGE. Por ejemplo, a partir de la matriz  $T$  puede computarse la participación de cada bien en el consumo total de los hogares, que utilizaremos para obtener los parámetros de participación que aparecen en las funciones de demanda de bienes.

En lo que sigue se describe la forma en que se calculó cada una de las transacciones (desagregadas) descriptas para el caso de Argentina en el año 2006.

Como se mencionó, a diferencia de la formulación usual, la SAM elaborada desagrega las importaciones por agente. Así, la composición domestico/importado del consumo



total difiere por agente. Por ejemplo, el gobierno podría consumir sólo bienes producidos domésticamente, mientras que las familias podrían combinar bienes domésticos e importados.<sup>40</sup>

ANTECEDENTES. En el caso particular de Argentina, no son muchos los trabajos que implementan la metodología del CGE. En consecuencia, tampoco son muchas las matrices de contabilidad que se han construido para Argentina. En lo que sigue se describen las SAMs existentes junto con una breve descripción del uso que recibieron.<sup>41</sup>

Chisari y Romero (1996) elaboran una SAM para el año 1993 con el objetivo de calibrar un modelo de CGE para evaluar el impacto de diversos shocks sobre la distribución del ingreso. Como particularidad, la SAM que elaboran dichos autores divide el ahorro total de cada institución entre compras de activos físicos y compras de bonos que emiten las otras instituciones. Los mismos autores han construido varias SAMs para años posteriores; en lo que sigue se mencionan algunas pero no todas – sus características son similares.

Díaz-Bonilla et al. (2004) también confeccionan una SAM para 1993 para evaluar el impacto de la apertura comercial sobre la pobreza; utilizan el modelo de CGE descrito en Lofgren et al. (2002). Los resultados de CGE se emplean para alimentar un modelo de microsimulación.

En SAGPyA (2002) se presenta una SAM para el año 2000 que contiene una desagregación particularmente amplia del sector agroalimenticio. La SAM se elaboró a partir de información complementaria a la Matriz Insumo-Producto (MIP) de 1997 elaborada especialmente por el INDEC.

Cicowiez et al. (2010) utilizan una SAM para el año 2003 para estudiar los efectos de equilibrio general que tendrían los incrementos del gasto público necesarios para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio. El modelo que utilizan se describe en Lofgren y Díaz-Bonilla (2010).

---

<sup>40</sup> Por falta de mejor información, la separación doméstico/importada por agente se realizó con supuestos simplificadores.

<sup>41</sup> Además, puede mencionarse la SAM (sumamente agregada) para 1985 utilizada por Taylor (1990). En todos los casos, se trata de SAMs que han sido empleadas para calibrar modelos de CGE.

Chisari et al. (2009) también para 2003; en este caso se construyó un modelo de CGE para ser empleado en diversas agencias gubernamentales de Argentina. Como particularidad, la SAM elaborada contiene cuentas que capturan las transacciones financieras entre los agentes económicos. En este trabajo se provee una descripción relativamente detallada del procedimiento que se siguió para la construcción de la SAM.

Serino (2009) emplea una SAM de cinco sectores para 2004 para estudiar el impacto de distintos shocks externos empleando un modelo de neto corte estructuralista. Aunque la SAM es pequeña, en este caso también se provee una descripción relativamente detallada del procedimiento seguido para su construcción.

Chisari y Cicowiez (2010) utilizan una SAM para 2004 para computar el costo marginal de los fondos públicos en una económica con varios sectores sujetos a regulación. La SAM construida comparte características con las elaboradas previamente por el primero de los autores.

Di Gresia (2009) para 2005 para evaluar el impacto federal de distintas reformas tributarias. La SAM es relativamente estándar. En Cicowiez et al. (2010) se extiende la SAM de Di Gresia (2009) a fin de evaluar los efectos de la liberalización comercial multilateral y unilateral sobre la pobreza – también se combina con un modelo de microsimulación.

### **3. ELABORACION DE LA MACROSAM**

El procedimiento que se sigue para construir la SAM de Argentina para 2006 tiene dos pasos principales (ver Figura 3.1). En primer lugar, se construye una SAM a partir de información agregada, que denominamos macrosam. En segundo lugar, se realiza la desagregación de las distintas celdas empleando la mejor información disponible (por ejemplo, datos sectoriales sobre comercio internacional, producción, impuestos y relaciones insumo-producto). La información desagregada no corresponde en su totalidad al año 2006; por lo tanto, la macrosam se utilizó para obtener totales de control. Por ejemplo, la participación de cada producto en el consumo final de las familias se obtiene de las tablas insumo-producto de 1997 (últimas disponibles); luego esas participaciones se aplican al consumo final total para 2006 registrado en la

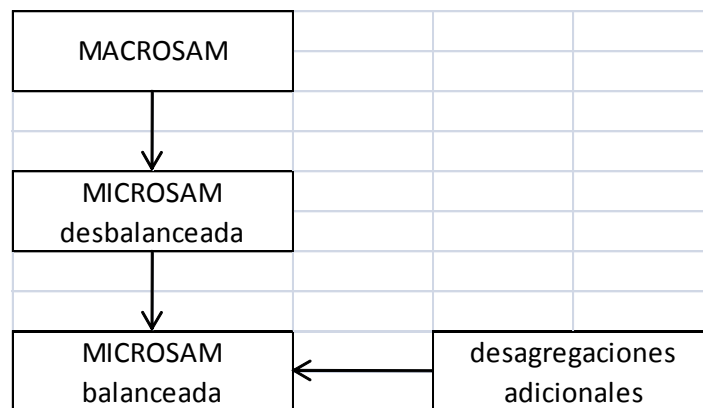
macrosam. Así, se obtiene la primera microsam que, en nuestro caso, viola las condiciones de igualdad entre suma de filas y columnas correspondientes. Esto, por cuanto se emplean fuentes de información diversas que, además, se refieren a dos años distintos. Por lo tanto, se recurre a un método de balanceo de matrices para eliminar esas diferencias. En particular, se utiliza la metodología de entropía cruzada que permite imponer restricciones adicionales en el proceso de balanceo de una SAM (ver Robinson et al. (2001)). Así, como veremos, el método de balanceo utilizado permite imponer la macrosam como totales de control. Además, se imponen otras restricciones que permiten llegar una SAM que refleje lo mejor posible la estructura de la economía argentina en 2006.

A consecuencia de lo anterior, el procedimiento “de arriba hacia abajo” que adoptamos para la construcción de la SAM para Argentina asume que las cuentas nacionales para el año 2006 son precisas; es decir, se toman como ciertas (ver Reinert y Roland-Holst (1997); Stone (1977)). Alternativamente, podría utilizarse un enfoque “de abajo hacia arriba” para la construcción de la SAM (ver Keuning y de Ruijter (1988)). Sin embargo, como se describe con detalle más abajo, los datos desagregados disponibles aconsejan seguir el primer enfoque.

Por último, una vez que se obtiene una microsam balanceada, se realizan algunas desagregaciones adicionales; en particular, se desagregan (1) la inversión entre pública y privada, (2) el excedente bruto de explotación de algunos sectores particulares entre pagos al capital y a los recursos naturales, (3) los pagos al trabajo entre distintas categorías de acuerdo con su nivel de calificación y categoría ocupacional (asalariado/no asalariado), y (4) las importaciones por agente de destino.

En el resto de este capítulo se detalla cada uno de los pasos seguidos para construir la SAM para Argentina para 2006.

Figura 3.1: Construcción de la SAM



En primer lugar, se construyó una macrosam o matriz de contabilidad social agregada para 2006 empleando información obtenida de Cuentas Nacionales (ver Tabla 3.1). En particular, la información sobre producto interno bruto y su composición surge de la Dirección Nacional de Cuentas Nacionales del INDEC. La división del valor agregado entre factores primarios de producción (trabajo formal, trabajo informal, ingreso mixto y excedente bruto de explotación) se obtuvo de la Cuenta de Generación del Ingreso y el Insumo de Mano de Obra (ver INDEC (2008)). El ahorro de las tres instituciones identificadas en la SAM (hogares, gobierno y resto del mundo) también surge de la publicación “Agregados Macroeconomicos de Cuentas Nacionales” computados por la Dirección Nacional de Cuentas Nacionales (DNCN, 2007).

Como puede observarse, la macrosam se aleja un poco de la SAM esquemática presentada más arriba. En particular, se desagregan el valor agregado entre los distintos factores, los distintos impuestos, y la inversión en formación bruta de capital fijo y variación de existencias (ver Tabla 3.1).

*Tabla 3.1: MACROSAM Argentina 2006  
miles de millones de pesos*

	act	com	f-for	f-infor	f-nasal	f-cap	hhd	gov	row	t-vat	t-com	t-iibb	t-imp	t-exp	t-dir	cssoc	sav-inv	dstk	total
act		1,031																	1,031
com	485						386	81	162								153	-2	1,265
f-for	162																		162
f-infor	29																		29
f-nasal	73																		73
f-cap	246																		246
hhd			162	29	73	230		74	4										573
gov									2	49	21	19	5	15	44	35			190
row		126	0			16	4	0											146
t-vat		49																	49
t-com		21																	21
t-iibb		19																	19
t-imp		5																	5
t-exp		15																	15
t-dir							44												44
cssoc		35																	35
sav-inv							139	33	-22										151
dstk																		-2	-2
total	1,031	1,265	162	29	73	246	573	190	146	49	21	19	5	15	44	35	151	-2	-2

REFERENCIAS: act = actividades, com = productos, f-for = trabajo asalariado registrado, f=infor = trabajo asalariado no registrado, f-nasal = trabajo no asalariado, f-cap = excedente bruto de explotación, hhd = hogares, gov = gobierno, row = resto del mundo, t-act = impuestos sobre actividades, t-com = impuestos sobre productos, t-iibb = impuesto sobre los ingresos brutos, t-vat = impuesto al valor agregado, t-imp = aranceles, t-dir = impuestos directos, cssoc = contribuciones a la seguridad social, sav-inv = ahorro-inversión, dstk = variación de existencias.

En el caso de Argentina, la construcción de una macrosam no está exenta de dificultades, en general relacionadas con las distintas fuentes de información que deben combinarse, incluso para elaborar una SAM agregada. El excedente bruto de explotación incorpora el impuesto a las ganancias que recae sobre las actividades productivas. Por su parte, el ingreso mixto bruto contiene el ingreso de cuentapropistas y patrones sin diferenciar entre las remuneraciones al trabajo y al capital; además, también incluye el impuesto a las ganancias. De acuerdo con la documentación de la Cuenta de Generación del Ingreso e Insumo de Mano de Obra (INDEC, 2008), la remuneración al trabajo asalariado incluye los siguientes conceptos: pagos a trabajadores en relación de dependencia – es decir, sueldos y salarios incluyendo los aportes personales y el impuesto a las ganancias a cargo del trabajador, y las contribuciones patronales pagadas por el empleador.

El impuesto a los Créditos y Débitos en Cuenta Corriente aparece como impuesto específico en CN; en cambio, la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) lo considera como un impuesto sobre la propiedad. La SAM contabiliza el impuesto a los Créditos y Débitos en Cuenta Corriente igual que CN.

La cuenta corriente del resto del mundo se elaboró empleando información de la cuenta corriente de la balanza de pagos. En particular, los pagos factoriales hacia y desde el resto del mundo, el ahorro del resto del mundo, y las transferencias corrientes entre instituciones domésticas y el resto del mundo se obtienen de dicha fuente de información.

*Tabla 3.2: Condiciones de equilibrio en la SAM*

	gastos					
ingresos	firmas	hogares	gobierno	sav-inv	row	total
firmas		C	G	I	E	demanda
hogares	Y				TR	ingreso
gobierno		T			TR	ingreso gob
sav-inv		SH	SG		SF	ahorro
row	M					out forex
total	oferta	gasto	gasto gob	inversión	in forex	

Como puede observarse, la macrosam cumple con las condiciones que impone la consistencia macroeconómica (ver Tabla 3.2). Por ejemplo, la oferta agregada (OA) se iguala con demanda agregada (DA). Analíticamente,

$$OA = DA$$

$$PBI PM + M = C + G + I + E$$

donde PBI PM es el producto bruto interno a precios de mercado, M son las importaciones, C es el consumo privado, G es el consumo público, I es la inversión, y E son las exportaciones. A su vez, la inversión se descompone en formación bruta de capital fijo y variación de existencias. La Tabla 3.3 muestra la composición del PBI de Argentina para 2006, tal como se la registra en la SAM.

Tabla 3.3: Composición del PBI 2006

Agregado macro	pesos (miles mill.)	porcentaje PBI
Demanda global		
Consumo privado	382.6	59.0
Inversión	151.5	23.4
Variación existencias	-2.1	-0.3
Consumo gobierno	80.7	12.4
Exportaciones	161.6	24.9
Total	774.3	
Oferta global		
PIB precios mercado	648.7	100.0
Importaciones	125.6	19.4
Total	774.3	
Fuente: SAM Argentina 2006.		

Por su parte, el presupuesto público también aparece reflejado en la macrosam. Así, el ahorro corriente del gobierno se define como

$$SG = YG - EG$$

En nuestro caso, las cuentas nacionales reflejan un ahorro público corriente de 33 millones de pesos, equivalentes a 5 puntos porcentuales del PBI.

En los que sigue se muestran otras expresiones que, por construcción, se cumplen en una SAM (ver Tabla 3.2); es fácil verificar que las mismas se cumplen en el caso de la macrosam elaborada para Argentina. La igualdad entre ahorro e inversión también aparece reflejada en la SAM. Es decir,

$$I = SH + SG + SF$$

donde SH es el ahorro privado, SF es el ahorro del resto del mundo, y SG es el ahorro del gobierno definido más arriba.

La cuenta corriente de la balanza de pagos aparece reflejada en la SAM como

$$E + TR + SF = M$$

donde TR son las transferencias netas recibidas desde el resto del mundo.

Por último, el ingreso privado se destina a consumir, ahorrar y pagar impuestos directos. Analíticamente,

$$Y = C + T + SH$$

donde T son los impuestos directos que enfrentan las familias.

En las siguientes dos secciones se describen los procedimientos seguidos para desagregar las distintas celdas de la macrosam.

#### **4. ELABORACION DE LA MICROSAM**

Como se mencionó, no se cuenta con información reciente para todas las transacciones que captura una matriz de contabilidad social. De hecho, la última información sobre relaciones insumo-producto corresponde al año 1997 (INDEC, 2001).

El primer paso para pasar de la macrosam a la microsam consiste en elegir el nivel de desagregación que se desea utilizar. En particular, debe determinarse el número de actividades, productos, factores primarios de producción, e instituciones que tendrán cuentas individuales en la SAM desagregada. En nuestro caso, se identifican 27 y 31 actividades y productos, respectivamente (ver Tabla 4.1). Los factores primarios de producción se desagregan en nueve, seis tipos de trabajo según categoría ocupacional y calificación, el capital físico, y los stocks de tierra y activos del subsuelo. Los impuestos son los mismos que los identificados en la macrosam. Por su parte, la inversión se desagrega en pública y privada. Finalmente, se identifican tres instituciones: el gobierno, el resto del mundo y las familias – que representan al sector privado completo. Como veremos, el nivel de desagregación se determinó en base a las simulaciones que se realizan con el modelo como así también a la disponibilidad de información.



Tabla 4.1: Las cuentas de la SAM Argentina 2006

Sectores (31)	Sectores (31) (cont.)	Factores (9) (cont.)
<i>Productos primarios</i>	<i>Servicios</i>	<i>Otros</i>
Cereales	Construcción	Capital
Oleaginosas	Comercio	Tierra
Ganadería	Hoteles y restaurantes	Activos subsuelo
Otros primarios	Transporte	
Minería	Comunicaciones	<b>Instituciones (3)</b>
Petróleo y gas	Electricidad	Hogares
	Gas	Gobierno
<i>Manufacturas</i>	Agua	Resto del mundo
Carne	Administración pública	
Alimentos procesados	Educación	<b>Impuestos (5)</b>
Aceites	Salud	Valor agregado
Textiles	Otros servicios	Productos
Cuero		Aranceles
Refinación de petróleo	<b>Factores (9)</b>	Exportaciones
Química	<i>Trabajo</i>	Directos
Caucho y plástico	Asalariado, no calif	
Prod. minerales no metálicos	Asalariado, semicalif	<b>Ahorro-Inversión (4)</b>
Metalmecánica	Asalariado, calif	Inversión privada
Maquinaria y equipo	No asalariado, no calif	Inversión pública
Vehículos	No asalariado, semicalif	Ahorro
Otras manufacturas	No asalariado, calif	Variación stocks

## ETAPA 1

En esta sección se describe el procedimiento que se siguió para realizar las primeras desagregaciones de la macrosam. La Figura 4.1 muestra un esquema que facilita la descripción de las distintas fuentes de información que se utilizaron. A diferencia del esquema presentado anteriormente, aquí se desagregan las importaciones e impuestos indirectos por agente demandante. Por ejemplo, la celda [imp,act] corresponde a las importaciones de insumos intermedios por parte de las actividades productivas. Como se mencionó, las SAMs que suelen construirse no identifican las importaciones de acuerdo con el uso que reciben.

Figura 4.1: Las celdas de la SAM Argentina 2006

	act	com	fac	hhd	gov	row	imp	tax-dom	tax-imp	sav-inv	total
act		prod									
com	io			conhhd	congov	exp				inv	
fac	va					incf					
hhd			va-h		trmsgov	trnsrow					
gov			va-g	trmsgov		trnsrow		itax+dtax	mtax		
row			incf	trnsrow	trnsrow		imp-tot				
imp	imp			imp	imp					imp	
tax-dom	atax+ctax	etax		dtax+ctax	ctax						
tax-imp	mtax			mtax	mtax						
sav-inv				savhhd	savgov	savrow					
total											

Las celdas io (consumo intermedio), va (valor agregado), atax (impuestos sobre actividades), conhhd (consumo de las familias), congov (consumo del gobierno), exp (exportaciones), y inv (inversión) pueden desagregarse empleando información del cuadro de utilización de las tablas insumo-producto, que muestra el destino que recibe la oferta (doméstica e importada) de cada uno de los productos considerados. Por su parte, las celdas prod (producción doméstica), imp (importaciones), ctax (impuestos sobre productos), y mtax (importaciones) pueden desagregarse con información del cuadro de oferta de las tablas insumo-producto. Las celdas que capturan las transferencias de Argentina con el resto del mundo tienen los mismos valores que en la macrosam; lo mismo se aplica a los montos de ahorro de las instituciones. La celda dtax (impuestos directos) se estima a partir de información sobre ingresos fiscales; las transferencias desde el gobierno hacia los hogares se calculan por diferencia al tiempo que el resultado se contrasta con datos del gasto público consolidado.

En lo que sigue, se detalla cómo se desagregó cada celda de la macrosam, considerando que no toda la información disponible se refiere al año que se toma como base, 2006. Las tablas insumo-producto de 1997 identifican 124 actividades y 195 productos que, en la construcción de la SAM, fueron agregados en 27 y 31, respectivamente (ver Tabla A.1). Lamentablemente, no existe suficiente información disponible sobre producciones sectoriales a nivel desagregado para años posteriores. De hecho, la única información sobre producción sectorial desagregada que pudo obtenerse corresponde al valor bruto de la producción (VBP) para 2006 para varios sectores productivos. Esta información se agregó al nivel de las 27 actividades que se presentan en la Tabla 4.1. La información

sobre VBP para 2006 se combinó con la matriz de oferta de 1997 para estimar el valor agregado y el valor bruto de producción que genera cada uno de los 31 productos; la matriz de oferta indica cuánto de cada bien o servicio produjo cada actividad productiva.

La información sobre VBP 2006 al nivel de producto también se utilizó para desagregar la recaudación de los impuestos específicos, sobre los ingresos brutos, y al valor agregado. La recaudación del IVA está disponible de la AFIP al nivel de letra de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU). La desagregación al nivel de los 31 bienes de la SAM se realizó en base a las estimaciones de valor agregado bruto (VAB) por bien producido en 2006. Así, al interior de cada actividad se asume que la distribución de los impuestos sobre los bienes (i.e., que constituyen la diferencia entre VBP a precios básicos y precios de mercado) es proporcional a la producción de cada bien por parte de cada actividad.

La información sobre exportaciones e importaciones clasificada en los 31 productos que identifica la SAM se obtuvo directamente del INDEC. Sólo fue necesario establecer una concordancia entre los flujos comerciales clasificados según el Sistema Armonizado y la Clasificación Central de Productos (CPC) empleada por el INDEC para clasificar los productos de la MIP.

La recaudación del impuesto a las exportaciones por producto de la MIP se calculó a partir de información de la AFIP sobre recaudación de retenciones a las exportaciones por capítulo (i.e., 2 dígitos) del Sistema Armonizado (SA). En primer lugar, la recaudación se asignó a subpartidas (i.e., 6 dígitos del SA) en proporción a los flujos comerciales dentro de cada capítulo. Luego, la recaudación por subpartida se agregó hasta llevarla al nivel de producto identificado en la MIP 1997. La recaudación arancelaria por producto de la MIP se estimó de manera similar, también utilizando información sobre recaudación arancelaria por capítulo del SA de la AFIP. Finalmente, la información se agregó al nivel de los 31 bienes de la SAM.

El valor agregado por actividad se estimó a partir de asumir constante la relación entre valor agregado y valor bruto de producción existente en 1997, último dato disponible. El consumo intermedio total de cada actividad se calculó de manera similar. La desagregación por producto del consumo intermedio total de cada actividad se realizó a

partir de los coeficientes técnicos (i.e., las relaciones insumo-producto) registrados en 1997. Es decir, como punto de partida, se asumió que la participación de cada uno de los 31 productos en el consumo intermedio total de cada una de las 27 actividades en 2006 es la misma que en 1997. Como veremos, el procedimiento de ajuste que se emplea para equilibrar la suma de filas y columnas correspondientes modifica estos coeficientes técnicos a fin de que sean compatibles con la información más reciente sobre totales producidos, importados y exportados de cada producto.

La desagregación del valor agregado sectorial entre sus componentes se realizó en varios pasos. La “cuenta de generación del ingreso e insumo de mano de obra” provee información actualizada (en nuestro caso, 2006) sobre composición del valor agregado al nivel de los 14 sectores que identifica la CIIU por letra. Esta información se combinó con información más desagregada de 1997 para determinar la división del valor agregado bruto entre sus componentes: excedente bruto de explotación, trabajadores registrados, trabajadores no registrados, ingreso mixto, y contribuciones a la seguridad social.

Los vectores iniciales de consumo público y privado se estiman asumiendo que la estructura por tipo de bien permanece inalterada respecto de 1997. Lamentablemente, tampoco contamos con información más actualizada en este caso. El mismo procedimiento se siguió para la formación bruta de capital físico. Es decir, se asume que la composición por producto del bien de capital (agregado) de la economía se mantiene sin cambios. Alternativamente, la composición sectorial de la inversión por origen se asume sin cambios.

Los “márgenes de comercio y transporte y gastos de aduana” contenidos en la matriz de oferta de las tablas insumo-producto se incorporaron al consumo intermedio de las actividades productivas. Alternativamente, los márgenes de comercialización y transporte como cuentas separadas podrían haberse mantenido; sin embargo, las tablas insumo-producto de la MIP 1997 no cuenta con la toda información necesaria para hacerlo.

## **ETAPA 2**

En esta sección se describen las desagregaciones adicionales que se realizaron a partir de la SAM que resulta del apartado anterior.

## DESAGREGACION DE LA REMUNERACION AL CAPITAL

Como se explicó, parte del valor agregado se destina al excedente bruto de explotación que se interpreta como los pagos al factor capital. La información de la cuenta de generación del ingreso no permite desagregar los pagos al capital. En consecuencia, para los sectores intensivos en el uso de recursos naturales (i.e., agricultura y minería), se desagregó la remuneración al capital identificada más arriba en (a) remuneración al factor capital propiamente dicho, y (b) remuneración al recurso natural. Para ello, se utilizaron las estimaciones de Coremberg (2009) sobre stocks de capital para 2006. En particular, dicho autor estima (a) el valor de los stocks de capital y recursos naturales para toda la economía en 2006, y (b) el stock de capital total por actividad productiva. Como veremos, la separación del excedente bruto de explotación se realiza asumiendo que la tasa de retorno sobre el capital físico en los sectores agricultura y minería es similar a la registrada en el resto de la economía.

En primer lugar, se asume que los stocks de tierra y activos del subsuelo forman parte del stock de capital empleado en agricultura y minería, respectivamente (ver Tabla 4.2).

*Tabla 4.2: Stock de capital por Actividad 2006  
(en millones de pesos corrientes)*

Actividad	Capital total	Tierra	Activos subsuelo	Capital físico
Agropecuario	439,031	360,405		78,626
Pesca	1,908			1,908
Minería	226,749		207,344	19,405
Industria manufacturera	178,315			178,315
Suministro electricidad, gas y agua	120,140			120,140
Construcción	45,171			45,171
Comercio y Reparaciones	79,245			79,245
Hoteles y restaurantes	33,993			33,993
Transporte, almac y comunic.	283,497			283,497
Intermediación financiera	35,359			35,359
Servicios empresariales e inmobiliarios	567,235			567,235
Administración pública	40,536			40,536
Educación y salud	77,238			77,238
Otros servicios	37,035			37,035
<b>Total</b>	<b>2,165,452</b>	<b>360,405</b>	<b>207,344</b>	<b>2,165,452</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Coremberg (2009).

En segundo lugar, se calcula la tasa de retorno al capital empleado en los sectores manufactureros y de servicios, como el cociente entre el excedente bruto de explotación y el stock de capital. Luego, asumiendo que la tasa de retorno al stock de capital sectorial en los sectores agrícola y minero es igual que para el resto de la economía (i.e., 14%), fue posible identificar la participación del capital en el excedente bruto de explotación. Finalmente, la participación en el excedente bruto explotación de los recursos naturales se calcula por diferencia. Es decir, el remanente del EBE se asigna a los recursos naturales. A modo de resumen, la Tabla 4.3 muestra la forma en que se desagrega el valor agregado para cuatro actividades productivas agregadas: agricultura, minería, manufacturas, y servicios.

*Tabla 4.3: La composición del valor agregado  
(en porcentaje)*

Actividad	Trabajo asalariado	Trabajo no asalariado	Capital	Tierra	Activos subsuelo	Total
Agricultura	20.9	14.8	30.8	33.6	0.0	100.0
Minería	10.1	0.3	11.0	0.0	78.7	100.0
Manufacturas	34.0	14.9	51.1	0.0	0.0	100.0
Servicios	41.5	15.0	43.5	0.0	0.0	100.0
<b>Total</b>	<b>37.0</b>	<b>14.2</b>	<b>42.5</b>	<b>2.4</b>	<b>3.8</b>	<b>100.0</b>
Fuente: Elaboración propia.						

Ciertamente, la identificación de los recursos naturales como factores productivos es fundamental en el contexto de un modelo dinámico. Si no se hiciera, se estaría asumiendo que, entre períodos, la inversión puede incrementar la dotación de los recursos naturales necesarios para la producción de los productos primarios. En consecuencia, se estaría exagerando la elasticidad de la oferta de dichos productos.

### **DESAGREGACION DEL TRABAJO**

En términos generales, la desagregación de hogares y factores debe realizarse a fin de maximizar la igualdad intra-grupo y la desigualdad entre grupos (Pyatt y Thorbecke, 1976). En la construcción de la SAM de Argentina para 2006 sólo identificamos un hogar representativo. En cambio, el trabajo se desagrega como se describe a continuación.

Los datos insumo-producto y la cuenta de generación del ingreso identifican la remuneración al trabajo asalariado y al ingreso mixto o trabajo no asalariado (i.e., cuentapropistas y patrones). Esta desagregación es insuficiente para estudiar los impactos distributivos de distintos shocks. Por lo tanto, en este apartado se describe cómo se procedió para desagregar los pagos al trabajo que realiza cada actividad. El objetivo que se persigue es identificar seis categorías de trabajo: asalariados no calificados (educación menor que secundaria completa), asalariados semi-calificados (educación menor que superior completa), asalariados calificados (educación superior completa), y las mismas categorías para los trabajadores no asalariados.

La desagregación que se realiza requiere contar con información sobre la demanda por tipo de trabajo por parte de cada actividad productiva. En el caso de Argentina, dicha información sólo puede obtenerse a partir de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH), la principal encuesta de hogares del país. Dado el nivel de desagregación que se requiere, se tomó información para el período 1996-2009; se consideraron 16 ondas de la EPH puntual (2 por año) y 25 de la EPH continua (4 por año).<sup>42</sup> Luego, se computó el ingreso laboral para cada una de las seis categorías ocupacionales (calificado/no calificado y tres niveles de calificación) para 17 actividades productivas. A fin de hacer comparables los ingresos registrados en cada una de las ondas utilizadas de la EPH, se realizó un ajuste por inflación empleando el índice de precios al consumidor que elabora el INDEC.

La EPH es una encuesta que releva áreas urbanas por lo que no permite desagregar la demanda de los sectores agrícolas. La desagregación del trabajo agrícola se realizó empleando información de la Encuesta de Hogares Rurales sobre Niveles de Vida y Producción en la Provincia de Buenos Aires del año 2006. Los resultados se muestran en la Tabla 4.4.

---

<sup>42</sup> Por problemas de índole administrativa, la EPH no se relevó en el tercer trimestre de 2007; ver <[www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)>.

*Tabla 4.4: Desagregación de los pagos al factor trabajo  
(en porcentaje)*

Actividad	Trabajo asalariado			Trabajo no asalariado		
	no calif	semi calif	calif	no calif	semi calif	calif
Agricultura	52.6	22.5	24.9	32.1	40.4	27.5
Minería	27.7	38.7	33.7	12.5	15.3	72.2
Alimentos y bebidas	51.9	33.9	14.2	45.6	35.7	18.7
Textiles y Cuero	55.3	35.2	9.5	42.9	45.0	12.1
Petroquímica y Otros (1)	29.7	41.9	28.4	21.6	47.3	31.2
Metalmecánica	49.6	37.3	13.1	46.3	39.5	14.1
Maquinaria y equipo	34.7	44.2	21.2	20.0	45.4	34.7
Vehículos	35.7	44.9	19.4	20.2	54.0	25.9
Otras manufacturas	41.9	39.1	19.0	32.7	52.1	15.1
Electricidad, Gas y Agua	27.7	39.3	33.1	20.3	39.0	40.7
Construcción	65.2	23.3	11.5	62.7	25.5	11.8
Comercio y Hoteles y restaurantes	37.8	49.1	13.1	44.9	42.8	12.3
Transporte y Comunicaciones	46.2	39.0	14.8	49.0	39.4	11.6
Administración pública	20.3	38.5	41.2	11.0	19.0	70.0
Educación	8.1	23.0	68.8	5.1	39.0	55.8
Salud	17.9	23.8	58.3	2.2	4.2	93.6
Otros servicios	31.0	40.8	28.3	14.3	25.0	60.7
Total	32.1	37.3	30.6	33.3	33.1	33.6

(1) = Refinación de petróleo + Química + Caucho y plástico + Productos minerales no metálicos

Fuente: SAM Argentina 2006.

Para los pagos al trabajo que se originan en el resto del mundo, se asume que la desagregación es idéntica a la del total de la economía, ya que la balanza de pagos sólo identifica el total de “remuneración de los empleados procedentes del resto del mundo”.

### **DESAGREGACION INVERSION PÚBLICA Y PRIVADA**

Las tablas insumo-producto contienen información para el total de la inversión nacional. Por otro lado, el modelo de CGE construido permite diferenciar entre inversión pública y privada. La desagregación de la inversión total en pública y privada se realizó a partir de información elaborada por la DNCN (ver Tabla 4.5). La información disponible solamente distingue entre inversión pública y privada en construcción y equipo durable. Por lo tanto, se asume que la composición por bien al interior del agregado “equipo durable” es idéntica para la inversión pública y privada. Se utilizó el método RAS (Bacharach, 1971; Round, 2003) para compatibilizar la estructura de la inversión pública y privada con los totales contenidos en la SAM pre-desagregación; los resultados se muestran en la Tabla 4.6. Como puede observarse, la inversión pública es relativamente intensiva en Construcción. Por su parte, la inversión privada también



tiene un componente de Construcción importante, seguido de Maquinaria y equipo y Vehículos.

*Tabla 4.5: Inversión pública y privada 2006  
(en millones de pesos)*

	Pública	Privada	Total
Construcción	17,619	78,404	96,023
Equipo durable	1,710	55,105	56,815
Total	19,329	133,509	152,838
Fuente: DNCN.			

*Tabla 4.6: Composición por producto de la demanda para inversión  
(en porcentaje)*

Producto	Pública	Privada	Total
Ganadería	0.2	0.8	0.8
Otros primarios	0.4	1.6	1.4
Caucho y plástico	0.0	0.0	0.0
Prod. minerales no metálicos	0.0	0.0	0.0
Metalmecánica	0.7	2.7	2.4
Maquinaria y equipo	6.2	24.6	22.3
Vehículos	3.2	12.7	11.5
Otras manufacturas	0.7	2.7	2.5
Construcción	87.0	48.1	53.1
Otros servicios	1.7	6.6	6.0
Total	100.0	100.0	100.0
Fuente: SAM Argentina 2006.			

## 5. EL BALANCEO DE LA SAM

La matriz a la que se arriba siguiendo los pasos anteriores muestra desbalances entre sumas de filas y columnas correspondientes, algo esperable si tenemos en cuenta que se combinaron fuentes de información diferentes y para distintos años. En esta sección se describe el procedimiento seguido para balancear la primera microsam obtenida.

El problema de balanceo consiste en estimar la matriz  $T^*$  cercana a la matriz desbalanceada  $T$  pero que cumple con la restricción de igualdad entre sumas de filas y columnas correspondientes; es decir, debe cumplirse que

$$\sum_j t_{ij}^* = \sum_j t_{ji}^*$$

donde, en general, la transacción  $t_{ij}^*$  será positiva siempre que la transacción correspondiente en la matriz original también sea positiva. El primer paso en el proceso de balanceo consiste en definir cómo se mide la distancia entre la matriz original T y la estimada T\*. Luego, pueden agregarse distintos tipos de restricciones al problema de optimización que se resuelve (e.g., que cierto grupo de celdas sumen un determinado valor, que ciertas celdas tengan un límite inferior/superior dado, entre otras).

En nuestro caso, los desbalances se eliminaron utilizando el método de entropía cruzada (Robinson et al., 2001), que tiene la ventaja de emplear toda la información disponible en el proceso de estimación/balanceo de la SAM. Así, permite agregar restricciones sobre el contenido de ciertas celdas al proceso de minimización. Con este método, el problema de estimación se analiza en el contexto de la teoría de la información que Theil (1967) acercó a la teoría económica. En primer lugar, las celdas de la SAM se dividen por el total de transacciones a fin de que los elementos  $t_{ij}$  puedan interpretarse como probabilidades, cuya suma es igual a la unidad. Analíticamente, se define

$$a_{ij} = \frac{t_{ij}}{\sum_{i'} \sum_{j'} t_{i'j'}}$$

En este caso, la noción de distancia entre T y T\* se escribe como la medida de entropía cruzada de Kullback-Leibler (1951) entre las nuevas ( $a_{ij}^*$ ) y viejas ( $a_{ij}$ ) probabilidades.

Matemáticamente, el problema de optimización puede escribirse como

$$\min = I(A^* : A) \sum_i \sum_j a_{ij}^* \ln \left( \frac{a_{ij}^*}{a_{ij}} \right) = \sum_i \sum_j a_{ij}^* \ln a_{ij}^* - \sum_i \sum_j a_{ij}^* \ln a_{ij} \quad (5.1)$$

s. a.

$$\sum_j a_{ij}^* = \sum_j a_{ji}^* \quad \forall i \quad (5.2)$$

$$\sum_i \sum_j a_{ij}^* = 1 \quad (5.3)$$

$$0 \leq a_{ij}^* \leq 1 \quad (5.4)$$

La ecuación (5.2) impone como restricción que la suma de columna y filas correspondientes sea igual. Naturalmente, si todas menos una de las restricciones que

impone (5.2) se están cumpliendo, la restante también se estará cumpliendo, de forma análoga a la Ley de Walras.

Adicionalmente, el procedimiento descrito permite agregar restricciones sobre conjuntos de celdas de la SAM; por ejemplo, puede imponerse que la suma de las celdas que representan el consumo de las familias replique el agregado macro de consumo privado. Analíticamente, se definen una matriz  $G$  de dimensión  $n \times n$  que contiene unos para las celdas cuya suma desea imponerse como restricción, y ceros en caso contrario. Asumiendo que se imponen  $k$  restricciones de este tipo, al conjunto de restricciones (5.2)-(5.4) se agrega (5.5),

$$\sum_i \sum_j g_{ij}^{(k)} t_{ij} = \gamma^{(k)} \quad (5.5)$$

donde  $g_{ij}$  es un elemento de la matriz  $G$  y  $\gamma^{(k)}$  es el valor que desea imponerse como restricción de agregación. En consecuencia, esta forma de actualizar la SAM permite incorporar toda la información que se posee para el año que se considera como base, no sólo las sumas de filas y columnas.<sup>43</sup>

En nuestro caso, se impusieron las siguientes restricciones, algunas obtenidas de la macro SAM y otras de los datos desagregados que se conocen con certeza: (1) los agregados macroeconómicos deben mantenerse inalterados respecto de los valores en la macrosam, (2) las exportaciones e importaciones de cada producto se mantienen en los valores computados a partir de información del INDEC para 2006, (3) los niveles de producción para algunos agregados sectoriales se mantienen en los valores conocidos en base datos de cuenta nacionales, y (4) las relaciones exportación/producción de algunos productos agrícolas también se fijan en valores conocidos en base a datos del sector agropecuario.

Por su parte, la desagregación de la inversión total en pública y privada se realizó en dos pasos. En primer lugar, se utilizó la técnica de RAS para estimar los vectores de demanda con destino inversión pública y privada consistentes con los agregados de la

---

<sup>43</sup> Además, a la ecuación (5.1) pueden agregarse errores de estimación que reflejan la incertidumbre del analista con respecto a las distintas fuentes de información empleadas para construir la SAM original  $T$  (ver Robinson et al., 2001).

SAM elaborada. Luego, se procedió a la apertura de la cuenta de inversión en la SAM que, por construcción, no requirió de ningún balanceo adicional.

## **6. DESCRIPCION SAM**

En esta sección se realiza una descripción de la información registrada en la SAM. Con ella, se facilitará la interpretación de los resultados de las simulaciones de CGE que se realizan en el Capítulo 5. En lo que sigue se muestran resultados agregados para siete sectores productivos: Agricultura, Otros primarios, Alimentos, Otras manufacturas, Servicios públicos, Construcción, y Otros servicios. En el Apéndice pueden consultarse los resultados desagregados. En términos generales, se presentan las características de la estructura económica que son importantes para determinar los resultados un modelo de CGE.

La intensidad de uso factorial en cada actividad productiva (e.g., relaciones sectoriales capital/trabajo) se muestra en la Tabla 6.1. La primera columna muestra la participación de cada sector en el valor agregado total expresado a precios corrientes. Por su parte, las demás columnas muestran cómo se distribuye el valor agregado sectorial entre los cinco factores primarios de producción identificados. En términos de la estructura económica, el 12% de valor agregado total lo genera la actividad agroalimenticia. La intensidad factorial de cada actividad permite anticipar factores ganadores y perdedores de un shock que beneficie a unos sectores por sobre otros. En términos de valor, los sectores agrícola y minero son relativamente intensivos en tierra y activos del subsuelo, respectivamente. Por su parte, Administración pública, Salud y Educación son servicios relativamente intensivos en el empleo calificado.<sup>44</sup>

---

<sup>44</sup> Sin embargo, cabe aclarar que el SCN 93 indica que las actividades públicas deben mostrar un excedente de explotación nulo, por lo que no se registran pagos a los stocks de capital público cuando las actividades producen bienes que se proveen de manera gratuita.

*Tabla 6.1: Composición del valor agregado  
(en porcentaje)*

Actividad	particip. valor ag.	Trabajo	Capital físico	Tierra	Activos subsuelo
Agricultura	6.7	37.4	29.9	32.6	.
Otros primarios	5.4	17.7	16.8	.	65.4
Alimentos	5.6	52.9	47.1	.	.
Otras manufacturas	13.9	52.0	48.0	.	.
Servicios públicos	4.5	36.4	63.6	.	.
Construcción	7.9	44.6	55.4	.	.
Otros servicios	56.0	63.5	36.5	.	.
Total	100.0	54.4	39.9	2.2	3.6
Fuente: SAM Argentina 2006.					

Como veremos, los shocks que se originan en el resto del mundo se transmiten a la economía doméstica a través de la cuenta corriente de la balanza de pagos. Por lo tanto, es importante conocer de antemano la estructura del comercio internacional de Argentina tal como se la captura en el modelo de CGE (ver Tabla 6.2). El sector agroindustrial en su conjunto representó en 2006 el 27% del total exportado (ver columna i), con exportaciones que rondan el 30% de su producción (ver columna iii). Los sectores más orientados a la importación son Maquinaria y equipo y Vehículos, con 64,3 y 55,5 por ciento de su consumo cubierto con importaciones, respectivamente (ver columna iv).

*Tabla 6.2: Estructura del comercio internacional  
(en porcentaje)*

Producto	expos%	impos%	ex-intensity	im-intensity
	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
Agricultura	9.6	0.6	28.1	2.5
Otros primarios	11.7	4.2	27.1	10.4
Alimentos	27.0	1.4	32.9	2.5
Otras manufacturas	40.2	77.7	25.0	36.0
Servicios públicos	1.9	1.2	7.1	3.7
Construcción	0.1	0.1	0.2	0.1
Otros servicios	9.4	14.8	3.3	4.0
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>14.0</b>	<b>12.6</b>
expos% = participación sector en total expos				
impos% = participación sector en total impos				
ex-intensity = participación expos en producción				
im-intensity = participación impos en consumo				
Fuente: SAM Argentina 2006.				

Según información de la SAM, en 2006 el gobierno de Argentina recaudó impuestos y contribuciones a la seguridad social por un valor equivalente a casi 29% del PBI (Tabla 6.3). De ese total, 22,5% corresponde a impuestos directos, 18% a contribuciones a la seguridad social, y el resto corresponde a impuestos indirectos.

*Tabla 6.3: Recaudación tributaria; Indicadores fiscales*

Impuesto	miles mill. pesos	porcentaje recaudacion	porcentaje PBI
Valor agregado	48.6	26.2	7.5
Productos	40.6	21.9	6.3
Aranceles	5.7	3.1	0.9
Exportaciones	14.0	7.5	2.2
Directos	42.6	23.0	6.6
Factores (*)	34.1	18.3	5.3
<b>Total</b>	<b>185.6</b>	<b>100.0</b>	<b>28.6</b>
(*) son contribuciones a la seguridad social			
Fuente: SAM Argentina 2006.			

## 7. COMENTARIOS FINALES

En este capítulo se describió con detalle el procedimiento seguido para construir la SAM que se utiliza para calibrar el modelo de CGE descrito en el Capítulo 2.

La SAM construida identifica una institución doméstica privada, los hogares. Así, cualquier modelo que se calibre con esta SAM no permitirá obtener resultados en términos distributivos. Como se discute en Cicowiez (2009), existen distintas alternativas para considerar efectos distributivos en un modelo de CGE. En particular, las familias pueden desagregarse empleando para ello información de una encuesta de gastos. En nuestro caso, optamos por mantener el modelo de CGE con único hogar representativo y emplear microsimulaciones para obtener resultados desagregados (ver Capítulo 6).





## REFERENCIAS

- Bacharach, Michael (1971). *Biproportional Matrices & Input-Output Change*. Cambridge University Press.
- Chisari O. O., C. A. Romero, G. Ferro, R. Theller, M. Cicowiez, J. Ferraro, M. González, A. Blanco y J. Maquieyra (2009). *Un Modelo de Equilibrio General Computable para la Argentina*. PNUD Argentina.
- Chisari, Omar O. y Carlos Romero (1996). *Distribución del Ingreso, Asignación de Recursos y Shocks Macroeconomicos: Un Modelo de Equilibrio General Computado para la Argentina en 1993. Serie Financiamiento del Desarrollo 36*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Chisari, Omar O. y Martín Cicowiez (2010). *Marginal Cost of Public Funds and Regulatory Regimes: Computable General Equilibrium Evaluation for Argentina. Revista de Análisis Económico 25 (1): 79-116*.
- Cicowiez, Martín (2009). . *La Evaluación Cuantitativa de Políticas Económicas: El Enfoque Macro-Micro*. En O. O. Chisari (ed.). *Progresos en Economía Computacional*. Buenos Aires: AAEP y Temas Grupo Editorial.
- Cicowiez, Martín, Carolina Díaz-Bonilla y Eugenio Diaz-Bonilla (2010a). *Argentina*. En K. Anderson, J. Cockburn y W. Martin (eds.) (2010). *Agricultural Price Distortions, Inequality and Poverty*. Washington, D.C.: World Bank.
- Cicowiez, Martín, Leonardo Gasparini y Luciano Di Gresia (2010b). *Argentina*. En M. Sánchez, R. Vos, E. Ganuza, H. Lofgren y C. Díaz-Bonilla (eds.). *Public Policies for Human Development: Achieving the Millennium Development Goals in Latin America*. Palgrave Macmillan.
- Coremberg, Ariel (2009). *Midiendo las Fuentes del Crecimiento en una Economía Inestable: Argentina. Serie Estudios y Perspectivas 41*. Oficina de la CEPAL en Buenos Aires.
- Di Gresia, Luciano (2009). *Impacto Federal de Reformas Tributarias. Una Aproximación de Equilibrio General Computado. Anales Reunión Anual Asociación Argentina de Economía Política*.

- Díaz-Bonilla, Carolina, Eugenio Díaz-Bonilla, Valeria Piñeiro y Sherman Robinson. (2004). El Plan de Convertibilidad, Apertura de la Economía y Empleo en Argentina: Una Simulación Macro-Micro de Pobreza y Desigualdad. En E. Ganuza, S. Morley, S. Robinson y R. Vos (eds.). *¿Quién se Beneficia del Libre Comercio?* UNDP/CEPAL/ISS/IFPRI.
- DNCN (2007). Agregados Macroeconómicos de Cuentas Nacionales. Dirección Nacional de Cuentas Nacionales (DNCN). <[www.mecon.gov.ar/secpro/dir\\_cn/agregados2007](http://www.mecon.gov.ar/secpro/dir_cn/agregados2007)>.
- DNCN (2007). Inversión Privada y Pública. Construcciones y Equipo Durable de Producción. Precios corrientes y precios de 1993. 1993-2006. <[www.mecon.gov.ar/secpro/dir\\_cn/inversion/diciembre2007/default1.htm](http://www.mecon.gov.ar/secpro/dir_cn/inversion/diciembre2007/default1.htm)>
- INDEC (2001). Matriz Insumo-Producto Argentina 1997. <[www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)>.
- INDEC (2008). Distribución Funcional del Ingreso. Cuenta de Generación del Ingreso e Insumo de mano de obra. Dirección Nacional de Cuentas Nacionales.
- INDEC (2009a). Dirección Nacional de Cuentas Internacionales. <[www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)>.
- INDEC (2009b). Dirección Nacional de Cuentas Nacionales. <[www.indec.gov.ar](http://www.indec.gov.ar)>.
- Keuning, Steven J. y Willem A. de Ruijter (1988). Guidelines to the Construction of a Social Accounting Matrix. *Review of Income and Wealth* 34 (1): 71-100.
- Lofgren, Hans y Carolina Díaz-Bonilla (2010). MAMS: An Economy-wide Model for Analysis of MDG Country Strategies. En M. Sánchez, R. Vos, E. Ganuza, H. Lofgren y C. Díaz-Bonilla (eds.). *Public Policies for Human Development: Achieving the Millennium Development Goals in Latin America*. Palgrave Macmillan.
- Lofgren, Hans, Rebecca Lee Harris y Sherman Robinson (2002). A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS. *International Food Policy Research Institute (IFPRI) Microcomputers in Policy Research* 5.
- Pyatt, G. y E. Thorbecke (1976) *Planning Techniques for a Better Future*, International Labour Office, Geneva, Switzerland.

- Pyatt, G. y J. Round (1979) "Accounting and Fixed Price Multipliers in a Social Accounting Matrix Framework," *The Economic Journal* , 89.
- Reinert, K. A. y D. W. Roland-Holst (1997). *Social Accounting Matrices*. En J. F. Francois y K. A. Reinert (eds.). *Applied Methods for Trade Policy Analysis: A Handbook*. Cambridge University Press.
- Robinson, S., A. Cattaneo, A. y M El-Said (2001). Updating and Estimating a Social Accounting Matrix Using Cross Entropy Methods. *Economic System Research* 13 (1): 47-64.
- Round, Jeffrey I. (2003). Constructing SAMs for Development Policy Analysis: Lessons Learned and Challenges Ahead. *Economic Systems Research* 15 (2): 161-183.
- SAGPyA (2002). *La Matriz de Contabilidad Social del Sector Agroalimentario: Apertura y Construcción de la Primera Versión*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos.
- Serino, Leandro Antonio (2009). *Productive Diversification in Natural Resource Abundant Countries*. Shaker Publishing 2009.
- Stone, Richard (1977). Foreword. En G. Pyatt y A. Roe (eds.). *Social Accounting for Development Planning with Special Reference to Sri Lanka*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kullback, S. y R.A. Leibler (1951). On Information and Sufficiency. *Annals of Mathematical Statistics* 22 (1): 79–86.
- Theil, Henri (1967). *Economics and Information Theory*. Amsterdam: North-Holland.

## APENDICE

*Tabla A.1: Agregación MIP 1997  
concordancia entre actividades y bienes en MIP y SAM*

*Tabla A.2: Composición del valor agregado  
(en porcentaje)*

actividad	actvashr	f-asal- edup	f-asal- edus	f-asal- edut	f-nasal- edup	f-nasal- edus	f-nasal- edut	f-cap	f-land	f-natres	total
Agricultura	4.6	10.1	4.3	4.8	5.6	7.0	4.8	30.3	33.1	0.0	100.0
Ganadería	2.1	16.6	7.1	7.8	2.5	3.2	2.2	29.0	31.6	0.0	100.0
Otros primarios	0.8	21.3	9.1	10.1	2.9	3.7	2.5	50.5	0.0	0.0	100.0
Minería	4.6	3.2	4.5	3.9	0.1	0.1	0.3	10.8	0.0	77.3	100.0
Alimentos y bebidas	5.6	19.8	12.9	5.4	6.8	5.3	2.8	47.1	0.0	0.0	100.0
Textiles	0.9	17.9	11.4	3.1	11.5	12.1	3.2	40.8	0.0	0.0	100.0
Cueros	0.5	17.9	11.4	3.1	9.4	9.9	2.6	45.7	0.0	0.0	100.0
Refinación de petróleo	0.6	9.9	14.0	9.4	0.0	0.0	0.0	66.7	0.0	0.0	100.0
Química	2.3	12.4	17.4	11.8	0.3	0.6	0.4	57.2	0.0	0.0	100.0
Caucho y plástico	0.9	10.0	14.2	9.6	2.6	5.7	3.8	54.1	0.0	0.0	100.0
Prod. minerales no metálicos	0.8	12.1	17.1	11.6	7.2	15.8	10.4	25.7	0.0	0.0	100.0
Metalmecánica	2.2	17.5	13.2	4.6	4.0	3.4	1.2	56.1	0.0	0.0	100.0
Maquinaria y equipo	1.6	14.5	18.5	8.9	2.5	5.6	4.3	45.8	0.0	0.0	100.0
Vehículos	1.6	14.5	18.2	7.9	2.2	5.8	2.8	48.8	0.0	0.0	100.0
Otras manufacturas	2.3	15.1	14.1	6.9	8.9	14.1	4.1	36.8	0.0	0.0	100.0
Electricidad	1.2	11.0	15.6	13.1	0.4	0.7	0.7	58.5	0.0	0.0	100.0
Gas	0.2	7.6	10.8	9.1	0.9	1.6	1.7	68.2	0.0	0.0	100.0
Agua	0.2	14.4	20.4	17.2	0.8	1.5	1.5	44.3	0.0	0.0	100.0
Construcción	7.9	19.0	6.8	3.4	9.7	3.9	1.8	55.4	0.0	0.0	100.0
Comercio	9.9	14.3	18.6	5.0	14.6	14.0	4.0	29.5	0.0	0.0	100.0
Hoteles y restaurantes	2.5	10.9	14.2	3.8	17.9	17.1	4.9	31.1	0.0	0.0	100.0
Transporte	4.7	19.9	16.8	6.4	7.5	6.0	1.8	41.5	0.0	0.0	100.0
Comunicaciones	2.8	14.8	12.5	4.7	0.4	0.3	0.1	67.2	0.0	0.0	100.0
Administración pública	6.4	20.0	38.0	40.6	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	100.0
Educación	5.2	7.2	20.2	60.4	0.1	0.9	1.2	10.0	0.0	0.0	100.0
Salud	3.9	10.7	14.3	35.0	0.5	1.0	22.3	16.2	0.0	0.0	100.0
Otros servicios	23.4	10.1	13.3	9.3	1.4	2.4	5.8	57.8	0.0	0.0	100.0
Total	100.0	13.4	14.8	12.8	4.7	4.8	3.9	39.9	2.2	3.6	100.0

Fuente: SAM Argentina SAM 2006.

Tabla A.3: Estructura del comercio internacional  
(en porcentaje)

Producto	expos%	impos%	ex-intensity	im-intensity
	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
Cereales	5.5	0.0	69.5	2.8
Oleaginosas	3.7	0.4	39.3	7.6
Ganadería	0.4	0.1	2.8	0.7
Otros primarios	2.9	0.9	18.0	5.8
Minería	3.1	2.6	34.9	26.8
Petróleo y gas	5.8	0.7	31.1	4.8
Carne	3.1	0.2	18.5	1.3
Alimentos procesados	8.2	1.1	18.5	2.8
Aceites	15.7	0.1	77.7	2.9
Textiles	0.8	2.2	8.0	17.8
Cuero	2.0	0.9	34.3	17.5
Refinación de petróleo	7.3	2.2	32.2	11.9
Química	7.0	15.3	27.3	40.5
Caucho y plástico	1.3	2.8	12.4	20.8
Prod. minerales no metálicos	0.4	0.9	6.2	13.3
Metalmecánica	5.7	6.2	27.5	25.6
Maquinaria y equipo	3.6	28.3	20.5	64.3
Vehículos	8.3	14.3	46.2	55.4
Otras manufacturas	3.8	4.5	15.8	16.8
Construcción	0.1	0.1	0.2	0.1
Comercio	0.1	0.2	0.3	0.3
Hoteles y restaurantes	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Transporte	7.8	6.9	23.9	17.7
Comunicaciones	1.9	1.2	12.0	6.4
Electricidad	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Gas	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Agua	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Administración pública	0.1	n.a.	0.3	n.a.
Educación	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Salud	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Otros servicios	1.4	7.7	1.3	5.1
Total	100.0	100.0	14.0	12.6
expos% = participación sector en total expos				
impos% = participación sector en total impos				
ex-intensity = participación expos en producción				
im-intensity = participación impos en consumo				
Fuente: SAM Argentina SAM 2006.				

## **CAPITULO 4**

# **LA CALIBRACIÓN DEL MODELO: ESTIMACIÓN DE ELASTICIDADES**

Martín Cicowiez

La calibración de un modelo de equilibrio general computado (CGE) requiere combinar la matriz de contabilidad social (SAM) (ver Capítulo 3) con estimaciones de diversas elasticidades. Así, es posible computar el valor de los parámetros de distribución y escala de las funciones de oferta y demanda. Naturalmente, los valores que se asignan a dichas elasticidades son un determinante fundamental de los resultados que arrojan las estimaciones de CGE. Por lo tanto, la utilización de elasticidades con una sólida base empírica es importante para la correcta implementación de un modelo de CGE. En este capítulo se muestran las estimaciones econométricas realizadas para dar valor a las elasticidades del modelo presentado en el Capítulo 2.

En el caso particular de Argentina, no existen estimaciones econométricas que permitan parametrizar completamente un modelo de equilibrio general computado. Como veremos, en este capítulo se realiza un esfuerzo por estimar el conjunto completo de elasticidades que luego se utiliza para la calibración del modelo de CGE para Argentina. Ciertamente, los resultados que se presentan a continuación no están exentos de problemas. Sin embargo, conforman un primer paso en la dirección de incorporar valores más fundados como insumos para la metodología del equilibrio general computado. Se deja para futuras extensiones un estudio más exhaustivo de cada una de las estimaciones que se presentan en las siguientes secciones de este capítulo.

La literatura que emplea modelos de CGE ha sido criticada por su falta de sustento econométrico (ver McKittrick (1998)). En el caso de la Argentina, las aplicaciones existentes de la metodología del CGE utilizan elasticidades “razonables” compatibles con la evidencia empírica disponible para otros países, siendo muchas veces estimaciones provistas por expertos sectoriales (ver Capítulo 1). En resumen, las estimaciones econométricas que se presentan a continuación tienen por objetivo mejorar la base empírica de los resultados que arroja nuestro modelo de CGE. En la práctica, sin

embargo, las elasticidades que se estiman pueden ser rechazadas debido al comportamiento poco plausible que generan en el modelo, aunque el modelo estadístico muestre resultados satisfactorios.

Ciertamente, existen formas funcionales más flexibles que las aquí utilizadas. Sin embargo, nuestro interés es mejorar la base empírica para la calibración del modelo de CGE presentado en el Capítulo 2. Es decir, no se intenta determinar cuáles son las formas funcionales que mejor se ajustan a los datos sobre producción y consumo. En cualquier caso, las estimaciones realizadas son un primer paso, dejando para trabajos futuros profundizar en cada una de ellas.

La estimación econométrica nos permitirá, además, obtener intervalos de confianza para cada una de las elasticidades, que se emplean luego para el análisis de sensibilidad de los resultados. Así, evitaremos la práctica usual de realizar el análisis de sensibilidad de los resultados aumentando/disminuyendo en una proporción dada las distintas elasticidades del modelo.

El resto del capítulo se organiza de la siguiente manera. En las secciones 1 y 2 se estiman las elasticidades de producción y consumo, respectivamente. Las elasticidades relacionadas con el comercio se estiman en la Sección 3. La elasticidad que se emplea en la curva de salarios o “wage-curve” se estima en la Sección 4.

## **2. PRODUCCIÓN**

Por el lado de la producción, es necesario estimar la elasticidad de sustitución entre factores primarios de producción. La elasticidad de sustitución entre trabajo y capital es un parámetro clave al momento de estimar los efectos de distintos shocks. Por ejemplo, el impacto que tiene modificar la tasa del impuesto a la utilización de capital es particularmente sensible al valor que se asigne a las elasticidades de sustitución entre trabajo y capital en los distintos sectores productivos (Harberger (1962); Chirinko (2002)). Además, la elasticidad de sustitución entre factores primarios de producción determina la respuesta de oferta de los distintos sectores. Por ejemplo, con la tierra en oferta fija, la posibilidad de incrementar la producción agrícola dependerá de la facilidad para sustituir tierra por trabajo y tierra por capital.

La estimación de la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital (usualmente denotado por  $\sigma$ ) se inició con el trabajo pionero de Arrow et al. (1961).<sup>45</sup> Luego, le siguieron los trabajos para Estados Unidos de Griliches (1967), Dhrymes y Zarembka (1970), Zarembka (1970), Fishelson (1979) y Moroney (1972). En términos generales, estos estudios encuentran que la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital para los sectores manufactureros de Estados Unidos es cercana a la unidad. En Caddy (1976) se presenta un resumen de las estimaciones realizadas durante el período 1960-1980.

En años más recientes, Claro (2003) utilizó datos de corte transversal de países para estimar la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital en distintas industrias manufactureras; sus resultados muestran estimaciones algo por debajo de la unidad. En Balistreri et al. (2003) se estima el valor de  $\sigma$  empleando datos de series de tiempo para las distintas industrias de Estados Unidos; de acuerdo con sus estimaciones, las funciones de producción pueden ser aproximadas razonablemente bien por medio de una Cobb-Douglas. En Young (2010) se estima el valor de  $\sigma$  para todos los sectores de la economía de Estados Unidos; empleando información para el período 1960-2005 encuentra valores inferiores a la unidad para gran cantidad de sectores. En Gebreselasie (2008) se emplean datos de panel para estimar el valor de  $\sigma$  para distintos sectores de la economía de Sudáfrica; sus resultados muestran valores de  $\sigma$  inferiores a la unidad para todos los sectores.

En el caso de Argentina, existen estimaciones para la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital disponibles para 15 y 10 sectores manufactureros para los años 1946 y 1954, respectivamente (Katz, 1969). Sin embargo, no existen estimaciones de la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital que abarquen los sectores productores de manufacturas y servicios de la economía, ni tampoco conocemos estimaciones más recientes.

El modelo de CGE asume que la “producción” de valor agregado se realiza combinando factores primarios de producción con funciones de producción de tipo CES (Elasticidad de Sustitución Constante) anidadas. En esta sección se estima la elasticidad de

---

<sup>45</sup> En Arrow et al. (1961) se presenta la función CES por primera vez al mismo tiempo que se muestra cómo pueden estimarse sus parámetros.



sustitución entre trabajo y capital para los sectores productores de manufacturas y servicios identificados en la SAM. Lamentablemente, la información disponible no permite diferenciar entre los distintos tipos de trabajo identificados en la SAM construida (ver Capítulo 3). Por lo tanto, se estima la elasticidad de sustitución entre el agregado de trabajo y el agregado de capital, recurriendo a la escasa evidencia empírica internacional para dar valor a la elasticidad de sustitución entre las diferentes categorías de trabajadores – desagregados entre asalariados y no asalariados y por nivel de calificación. Como veremos, el modelo que se estima surge de las condiciones de primer orden que se obtienen cuando la función de producción es de tipo CES.

## **METODOLOGIA DE ESTIMACION Y DATOS**

Como se expuso en el Capítulo 2 (ver ecuación (FP5)), cada actividad productiva combina trabajo y capital empleando una función CES. Así, la función de producción de valor agregado  $q_i$  para cada sector  $i$  puede escribirse como

$$q_i = \phi_i \left( \delta_i^L L_i^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} + \delta_i^K K_i^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \right)^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}} \quad (2.1)$$

$$\delta_i^L + \delta_i^K = 1$$

donde  $q_i$  es la cantidad producida de valor agregado,  $L_i$  es la cantidad de trabajo,  $K_i$  es la cantidad de capital,  $\phi_i$  es un parámetro de escala,  $\delta_i^L$  y  $\delta_i^K$  son parámetros de distribución, y  $\sigma_i$  es la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital. En lo que sigue, se asume que los rendimientos son constantes a escala, la firma toma como dados los precios de los factores, y la remuneración de cada factor se iguala con el valor de su producto marginal.

El problema de optimización que resuelve la firma representativa de cada sector productivo puede escribirse como

$$\max p_i q_i = p_i \phi_i \left( \delta_i^L L_i^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} + \delta_i^K K_i^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \right)^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}}$$

s. a.  $wL_i + rK_i$

donde  $p_i$  es el precio del bien  $i$ , y  $w$  y  $r$  representan la remuneración al trabajo y al capital, respectivamente.

Las ecuaciones (2.2) y (2.3) muestran las fórmulas de calibración que se obtienen de las Condiciones de Primer Orden (CPO) del problema anterior – los desarrollos matemáticos correspondientes se muestran en el Capítulo 2. Como se observa, los valores de  $\delta_i^L$  y  $\delta_i^K$  se computan a partir de información sobre cantidades y precios de factores obtenida de la SAM combinada con una estimación del valor de la elasticidad de sustitución  $\sigma_i$ . Así, en la calibración de una función CES, las elasticidades de sustitución se consideran como parámetros libres.

$$\delta_i^L = \frac{wL_i^{\frac{1}{\sigma_i}}}{\left( rK_i^{\frac{1}{\sigma_i}} + wL_i^{\frac{1}{\sigma_i}} \right)} \quad (2.2)$$

$$\delta_i^K = \frac{rK_i^{\frac{1}{\sigma_i}}}{\left( rK_i^{\frac{1}{\sigma_i}} + wL_i^{\frac{1}{\sigma_i}} \right)} \quad (2.3)$$

Por su parte, las demandas de factores primarios de producción tal como aparecen en el modelo también se obtienen de las CPO del problema de optimización restringida que resuelven las firmas. En particular, la demanda de trabajo puede escribirse como

$$L_i = \left( \frac{p_i}{w} \right)^{\sigma_i} (\delta_i^L)^{\sigma_i} \phi_i^{\sigma_i-1} q_i \quad (2.4)$$

$$\frac{q_i}{L_i} = \left( \frac{w}{p_i} \right)^{\sigma_i} (\delta_i^L)^{-\sigma_i} \phi_i^{1-\sigma_i} \quad (2.5)$$

A los fines de la estimación econométrica de  $\sigma_i$ , la ecuación (2.5) se reescribe como

$$y_{ijk} = \alpha_i + \beta_i x_{ijk} + \varepsilon_{ijk} \quad i = 1, \dots, 15 \quad (2.6)$$

donde  $y_{ijk} = \ln(q_{ijk}/L_{ijk})$  para la empresa representativa de cada sector  $i$  (i.e., actividades identificadas en la SAM) de tamaño  $j$  en la provincia  $k$ ,  $\alpha_i = -\sigma_i \ln(\delta_i^L) + (1 - \sigma_i) \ln(\phi_i)$ ,

$\beta_i = \sigma_i$  la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital,  $x_i = \ln(w_i/p_i)$ , y  $\varepsilon_{ijk}$  es un término aleatorio con distribución normal de media cero y varianza constante. Además, se agregan algunas variables de control (ver más abajo). La ecuación (2.6) se estima de manera individual para cada uno de los 15 sectores (subíndice  $i$ ) que se listan en la Tabla 2.1.<sup>46</sup>

Como se desprende de la ecuación (2.6), la estimación de la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital requiere contar con información sobre valor agregado ( $q$ ), puestos/horas de trabajo ( $L$ ), y salario real ( $w/p$ ).<sup>47</sup> Las estimaciones para la mayor parte de los sectores productivos se realizaron empleando información de corte transversal obtenida del Censo Nacional Económico 2004/2005 relevado por el INDEC (INDEC, 2009).<sup>48</sup> El CNE 2004/2005 contiene la información necesaria clasificada por rama de actividad (2 dígitos de la CIIU). A su vez, la información está desagregada por provincia y tamaño de las unidades productivas, según rango de puestos de trabajo ocupados.<sup>49</sup> En consecuencia, se explota la variabilidad entre provincias y tamaños de las empresas para identificar la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital. En algunos casos, los sectores a dos dígitos fueron agrupados a fin de replicar los sectores productivos identificados en el modelo de CGE. Además, agrupar sectores permite incrementar el número de observaciones que se utilizan en la estimación econométrica. En dicha estimación, cada observación se considera como un promedio de la información relevada al nivel de firmas productivas dentro de cada grupo.

---

<sup>46</sup> Alternativamente, sigma puede estimarse a partir de la ecuación que surge del cociente entre las CPO para trabajo y capital. En el caso de Argentina, no existe información sobre stock de capital sectorial que permita realizar dicha estimación.

<sup>47</sup> Lamentablemente, el CNE 2004/2005 sólo brinda información sobre puestos de trabajo ocupados; no contiene datos sobre horas trabajadas.

<sup>48</sup> Además, se realizaron estimaciones para el sector manufacturero a partir de datos de series de tiempo obtenidos de la Encuesta Industrial Mensual (INDEC, 2010). Sin embargo, dichas estimaciones se dejaron de lado por haber resultado poco satisfactorias.

<sup>49</sup> El CNE 2004/2005 identifica cinco rangos de puestos de trabajo: [0-5], [6-10], [11-50], [51-100], y [101 y más]. La información se agregó en tres grupos: [0-10], [11-50], y [51 y más].

La ecuación (2.6) se estimó de manera separada para 15 sectores productivos. Luego, se estableció una correspondencia entre esos 15 sectores y los 27 identificados en la SAM. Así, se asigna la misma elasticidad de sustitución a actividades diferentes pero que poseen una ubicación cercana de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU). Por ejemplo, se utiliza la misma elasticidad de sustitución para las dos actividades identificadas en la SAM que producen productos de la petroquímica (i.e., Refinación de petróleo y Química).

La estimación de  $\sigma$  mediante MCO no considera que la relación que va desde los precios de los factores hacia la intensidad de uso factorial también puede ir en la dirección opuesta. Esto es particularmente relevante cuando se realizan estimaciones a nivel agregado. En nuestro caso, dado que empleamos información (promedio) construida a partir de microdatos, esto es menos problemático, ya que puede asumirse que las firmas dentro de cada industria enfrentan ofertas de factores perfectamente elásticas.

Sin embargo, es probable que los estimadores MCO presenten sesgos. Para solucionar este problema, recurrimos a los estimadores de variables instrumentales (VI). En este sentido, debemos buscar instrumentos válidos; es decir, una variable que esté correlacionada con la variable de interés, salarios en nuestro caso, pero no con shocks no observados que afecten la variable dependiente. Así, para la estimación mediante VI, se asume que la relación capital/trabajo de cada sector-provincia se determina conjuntamente con el nivel salarial del mismo sector-provincia, pero no con los salarios de otros sectores-provincias/regiones. Ciertamente, el instrumento utilizado no está exento de críticas. Sin embargo, los datos disponibles dificultan la obtención de un instrumento alternativo.

El salario que enfrentan las firmas de cada sector-provincia-tamaño fue instrumentado de dos formas alternativas. Por un lado, se utilizó el promedio de los salarios que enfrentan las firmas del mismo sector que tienen el mismo tamaño pero que operan en las demás provincias. Por otro lado, se utilizó un promedio similar pero calculado para las firmas que operan en las demás provincias de la región a la cual pertenece cada

observación.<sup>50</sup> El método de estimación para la utilización de VI fue el de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas. En todos los casos, el estadístico F de la primera etapa se ubicó por encima de 30.

La Tabla 2.1 muestra algunas estadísticas descriptivas de la base de datos utilizada. En particular, se muestra, para cada sector, la remuneración al trabajo promedio anual, la composición del valor agregado, y la participación de cada tamaño de firma.

*Tabla 2.1: Estadísticas descriptivas por sector CGE  
salario, composición del valor agregado, tamaño de las firmas  
datos para estimar las elasticidades de sustitución entre trabajo y capital*

Sector CGE	salario (\$ anual)	Composición VA (%)		Tamaño firmas (%)			Obs.
		L / VA	K / VA	[0,10]	[11,50]	[51, +]	
Alimentos y bebidas	9,360	20.3	77.3	83.3	12.2	4.5	69
Textiles y Cueros	8,464	15.4	82.4	78.7	16.9	4.4	96
Refinación de petróleo y Química	18,222	14.1	83.9	59.8	28.1	12.1	39
Caucho y plástico	11,435	18.0	79.4	71.0	23.2	5.9	32
Prod. minerales no metálicos	10,087	19.1	79.0	85.3	11.0	3.8	41
Metalmecánica	9,575	16.2	81.6	86.6	11.7	1.7	61
Maquinaria y equipo	11,523	16.7	80.9	74.8	20.2	5.0	94
Vehículos	11,929	22.5	75.1	73.1	20.9	6.0	42
Otras manufacturas	9,648	17.1	80.9	89.1	8.9	2.0	162
Electricidad, Gas y Agua	22,508	31.4	65.1	58.0	27.7	14.3	56
Comercio y Hoteles y restaurantes	8,276	18.5	79.7	96.5	3.1	0.3	165
Comunicaciones	10,469	18.6	77.8	94.3	4.1	1.6	70
Educación	7,389	52.6	46.7	59.1	23.6	17.3	72
Salud	8,238	14.7	84.8	95.4	3.7	0.9	62
Otros servicios	10,017	22.7	75.6	96.2	2.8	1.0	215
L = trabajo; K = excedente bruto de explotación; VA = valor agregado							
el tamaño de las firmas se mide en cantidad de empleados							
Fuente: Elaboración propia en base a CNE 2004/2005.							

## RESULTADOS

La Tabla 2.2 expone los resultados obtenidos. En términos generales, todas las elasticidades estimadas tienen el signo esperado, al tiempo que sólo para el sector Salud la estimación no resultó estadísticamente significativa.

La elasticidad promedio empleando la primera especificación de variables instrumentales (ver columna (IV1)) es 0,70, indicando que existe cierta

<sup>50</sup> Las regiones identificadas son Gran Buenos Aires, Pampeana, Noroeste, Noreste, Cuyo y Patagonia.

complementariedad entre el trabajo y el capital como insumos para la producción. En todos los sectores con estimaciones estadísticamente significativas, se rechaza la hipótesis nula de que la elasticidad de sustitución es cero (i.e., función de producción Leontief). Al mismo tiempo, en nueve de dichos sectores no puede rechazarse la hipótesis nula de que la elasticidad de sustitución es igual a la unidad (i.e., función de producción Cobb-Douglas). En términos generales, ambas estimaciones realizadas con VI son similares. En algunos casos (por ejemplo, Metalmecánica), existen diferencias significativas entre las estimaciones por MCO y por VI. En los casos de Maquinaria y equipo y Caucho y plástico, la estimación por MCO no resulta significativa. En cambio, las estimaciones por VI arrojan una elasticidad de sustitución entre trabajo y capital significativa con valor en el rango 0,88-0,98 y 0,76-0,80, respectivamente.

Las estimaciones más bajas se obtuvieron para los sectores Refinación de petróleo y Química y Vehículos, mientras que las más altas se registran para Metalmecánica y Maquinaria y equipo.

En términos generales, los valores estimados para las elasticidades de sustitución están en línea con los reportados en la literatura. Como se mencionó, la evidencia empírica internacional más reciente – especialmente para el caso de Estados Unidos -, también obtiene estimaciones para la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital que se encuentran por debajo de la unidad.

*Tabla 2.1: Elasticidades de sustitución entre trabajo y capital  
Estimaciones por mínimos cuadrados ordinarios y variables instrumentales*

Sectores CGE	OLS	IV 1	IV 2	Obs.
Alimentos y bebidas	0.593 *** (0.128)	0.668 *** (0.128)	0.671 *** (0.130)	69
Textiles y Cueros	0.580 ** (0.250)	0.720 ** (0.328)	0.660 ** (0.335)	96
Refinación de petróleo y Química	0.370 *** (0.132)	0.229 * (0.138)	0.230 * (0.138)	39
Caucho y plástico	0.611 (0.404)	0.805 ** (0.339)	0.763 ** (0.355)	32
Prod. minerales no metálicos	0.533 (0.372)	0.694 ** (0.318)	0.661 ** (0.328)	41
Metalmecánica	1.339 *** (0.302)	1.050 ** (0.450)	0.942 * (0.501)	61
Maquinaria y equipo	0.243 (0.201)	0.982 *** (0.299)	0.878 *** (0.294)	94
Vehículos	0.342 ** (0.149)	0.293 ** (0.149)	0.291 * (0.150)	42
Otras manufacturas	0.630 *** (0.197)	0.714 *** (0.227)	0.703 *** (0.238)	162
Electricidad, Gas y Agua	1.252 *** (0.247)	0.896 ** (0.442)	0.904 ** (0.446)	56
Comercio y Hoteles y restaurantes	1.243 *** (0.163)	0.866 *** (0.328)	0.866 *** (0.334)	165
Comunicaciones	0.626 *** (0.134)	0.441 *** (0.097)	0.436 *** (0.098)	70
Educación	0.820 *** (0.275)	0.861 *** (0.266)	0.857 *** (0.271)	72
Salud	0.691 (0.543)	0.704 (0.488)	0.680 (0.502)	62
Otros servicios	0.775 *** (0.060)	0.607 *** (0.227)	0.598 *** (0.231)	215
Niveles de significatividad: *** = 1%, ** = 5%, * = 10%.				
Error estándar robustos entre paréntesis.				
Se agregaron controles por subsector, tamaño y provincia.				

Como se desprende de los resultados presentados, no fue posible recolectar información referida los sectores agrícola y minero. Por lo tanto, en base a la evidencia empírica disponible para otros países de similar nivel de desarrollo, se optó por emplear una elasticidad de sustitución igual a 0,24 y 0,20 para los sectores agrícola y minero, respectivamente (ver Narayanan y Walmsley, 2008). Además, el sector Construcciones

fue excluido de las publicaciones del CNE 2004/2005. En dicho caso, se asume una elasticidad de sustitución igual a la unidad, también en base a estimaciones realizadas para otros países (ver Narayanan y Walmsley, 2008).

Por último, no fue posible estimar la elasticidad de sustitución entre el agregado de insumos intermedios y el valor agregado. Por lo tanto, siguiendo la práctica usual, se asume que insumos intermedios y valor agregado se combinan en proporciones fijas. Sin embargo, el sector agrícola recibe un tratamiento especial permitiendo que ciertos insumos intermedios (por ejemplo, fertilizantes) sean sustitutos de la tierra como factor primario de producción.

Adicionalmente, la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital se estimó para el total de la industria manufacturera empleando un panel de datos trimestrales (agregados) de la Encuesta Industrial Mensual para 1997-2009. En este caso, se estimó una elasticidad de sustitución de 0,42, que se encuentra por debajo del promedio estimado a partir de datos del CNE 2004/2005.

### **3. CONSUMO**

En el modelo de CGE, el consumo del hogar representativo se modela mediante un sistema de gasto lineal extendido (ELES, Extended Linear Expenditure System), que se obtiene de maximizar una función de utilidad tipo Stone-Geary. Siguiendo a Dervis et al. (1982), la calibración del sistema de gasto lineal se realiza a partir de información sobre (1) elasticidades-gasto para cada uno de los bienes identificados en el modelo, y (2) un valor para el parámetro de Frisch, que se define como el cociente entre el gasto total y el gasto discrecional - aquel que queda disponible una vez descontado el consumo de subsistencia.

La evidencia empírica internacional es extensa; una revisión de la literatura que estima elasticidades-ingreso puede consultarse en Chern et al. (2003). En Lewbel (2006) puede consultarse un resumen reciente de la literatura que estima curvas de Engel. En el caso de la Argentina, Lema et al. (2007) estiman elasticidades precio e ingreso para la demanda de alimentos empleando información de la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGH) de 1996/1997. En Kozak (1991) se estiman curvas de Engel empleando la ENGH de 1985/1986 para estimar la elasticidad-ingreso de la demanda



residencial de electricidad. En Marchionni et al. (2008) se emplea un enfoque similar pero utilizando datos de ENGH 1996/1997 para estimar elasticidades-ingreso para la demanda de servicios públicos. En ambos trabajos se utilizan formas funcionales relativamente simples como la doble logarítmica. En este trabajo se sigue un enfoque similar pero se aplica a todos los productos identificados en la SAM que se utiliza para calibrar el modelo de CGE. Así, se estiman elasticidades-gasto para productos que, en conjunto, representan el consumo total de los hogares.

De manera simplificada – asumiendo que sólo existen dos bienes –, el problema de optimización que resuelve el hogar representativo puede escribirse como

$$\begin{aligned} \max U &= (C_1 - \gamma_1)^{\beta_1} (C_2 - \gamma_2)^{\beta_2} \\ \text{s. a. } m &= p_1 C_1 + p_2 C_2 \end{aligned}$$

donde  $C_i$  es el consumo de bien  $i$ ,  $\gamma_i$  es el consumo mínimo o de subsistencia de bien  $i$ ,  $\beta_i$  es la participación marginal del bien  $i$  en el consumo,  $p_i$  es el precio del bien  $i$ , y  $m$  es el gasto en bienes del consumidor. En este problema el consumidor toma como dados  $m$  y  $p_i$ . De las CPO del problema anterior se obtienen las demandas de bienes que conforman el sistema de gasto lineal; a saber,

$$C_1 = \gamma_1 + \frac{\beta_1}{p_1} [m - (p_1 \gamma_1 + p_2 \gamma_2)] \quad (3.1a)$$

$$C_2 = \gamma_2 + \frac{\beta_2}{p_2} [m - (p_1 \gamma_1 + p_2 \gamma_2)] \quad (3.1b)$$

La información sobre precios ( $p_i$ ) y cantidades ( $C_i$ ) se obtiene de la SAM.<sup>51</sup> En consecuencia, la calibración implica dar valor a los parámetros  $\gamma_i$  y  $\beta_i$ . A continuación, se describe el procedimiento que se sigue para realizar dicha calibración.

En la calibración del parámetro  $\beta_i$ , se parte de la fórmula de la elasticidad-gasto de la demanda de cada bien que, de las ecuaciones en (3.1), se computa como

---

<sup>51</sup> Más específicamente, la SAM brinda información sobre gasto en cada bien. Luego, se eligen unidades para medir cantidades tales que su precio es igual a la unidad.

$$\eta_i^m = \frac{dC_i}{dm} \frac{m}{C_i}$$

$$\eta_i^m = \frac{\beta_i}{p_i} \frac{m}{C_i}$$

Por lo tanto,

$$\beta_i = \eta_i^m \frac{p_i C_i}{m} \quad (3.2)$$

Así, para computar el valor de cada  $\beta_i$  se combina información de la SAM sobre participación de cada bien en el gasto total (i.e.,  $p_i C_i / m$ ) con estimaciones independientes para las elasticidades-gasto  $\eta_i^m$ . Los valores estimados para los parámetros  $\beta_i$  deben satisfacer la agregación de Engel. Es decir, debe cumplirse que

$$\sum_i \frac{p_i C_i}{m} \eta_i^m = 1 \quad (3.3)$$

Nótese que, al combinar estimaciones de la elasticidad-gasto de la demanda de cada bien con los valores de la SAM, no se asegura el cumplimiento de dicha condición.<sup>52</sup> Como consecuencia, luego de estimar los valores de  $\eta_i^m$ , se realiza un re-escalamiento para asegurar que se cumple la agregación de Engel.

En la calibración del consumo mínimo de cada bien ( $\gamma_i$ ), se emplea el parámetro de Frisch, que se define como el cociente entre el consumo total y el consumo discrecional.<sup>53</sup> Es decir,

$$frisch = - \frac{m}{m - (p_1 \gamma_1 + p_2 \gamma_2)} \quad (3.4)$$

Reemplazando en la ecuación de demanda de bien 1 ( $C_1$ ) se obtiene que

---

<sup>52</sup> Cabe hacer notar que este ajuste sería necesario aunque se estimara un sistema de demanda completo, que permita estimar elasticidades-precio y elasticidades-ingreso.

<sup>53</sup> En el modelo de CGE el gasto en consumo EH es igual al ingreso neto de impuestos directos y transferencias a las demás instituciones modeladas (ver ecuación (H8) en Capítulo 2).

$$C_1 = \gamma_1 - \frac{\beta_1}{p_1} \left( \frac{m}{frisch} \right) \quad (3.5)$$

Luego, despejando en la ecuación anterior, se obtiene la fórmula que se utiliza para calibrar el valor del consumo mínimo del bien 1,

$$\gamma_1 = C_1 + \frac{\beta_1}{p_1} \left( \frac{m}{frisch} \right) \quad (3.6)$$

## **METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN Y DATOS**

En este apartado se estiman curvas de Engel a fin de obtener las elasticidades-gasto para los bienes identificados en el modelo de CGE. Las curvas de Engel relacionan el consumo de un bien con el ingreso o gasto total del consumidor, asumiendo constantes los precios de los bienes. En particular, se estiman curvas de Engel para cada uno de los bienes del modelo de CGE que pueden identificarse en la ENGH. La literatura sobre estimación de curvas de Engel es extensa. El trabajo pionero de Working (1943) propuso modelar la participación en el ingreso de cada bien como una función lineal del logaritmo del gasto total.<sup>54</sup> El trabajo de Leser (1963; 1976) mostró que la especificación propuesta por Working (1943) se ajusta a la información sobre patrones de gasto mejor que otras alternativas. El modelo conocido como Working-Leser puede escribirse como

$$w_{ih} = \alpha_i + \beta_i \ln m_h \quad i = 1, \dots, 14 \quad (3.7)$$

donde  $w_{ih} = p_{ih} C_{ih} / m_h$  es la participación del bien  $i$  en el gasto total del hogar  $h$ ,  $m_h$  es el gasto total del hogar  $h$ , y  $\alpha_i$  y  $\beta_i$  son parámetros a estimar econométricamente. La elasticidad-gasto de cada bien  $i$  puede computarse como:

$$\eta_i = \frac{\partial C_i}{\partial m} \frac{m}{C_i} = 1 + \frac{\beta_i}{w_i} \quad (3.8)$$

En el cálculo de  $\eta_i$  se toma la media muestral de  $w_i$ . Por construcción, en la expresión (3.7) se cumple que

---

<sup>54</sup> Este modelo se discute con más detalle en Intriligator, Bodkin and Hsiao (1996) y Deaton and Muellbauer (1980).

$$\sum_i w_i = 1$$

$$\sum_i \beta_i = 1$$

En el modelo de Working-Leser no aparecen los precios de los bienes; por lo tanto, puede aplicarse a datos de corte transversal que no muestran variabilidad de precios pero sí de ingresos. Alternativamente, la estimación de la curva de Engel asume que todas las familias enfrentan los mismos precios. La información necesaria para estimar (3.7) puede obtenerse de una encuesta con información sobre gasto de los hogares; no es necesario contar con información sobre precios y/o cantidades consumidas. Las curvas de Engel se estiman por separado para cada bien.<sup>55</sup>

En primer lugar, la ecuación (3.7) se estimó por MCO, considerando como válidas aquellas observaciones donde el consumo de un determinado bien es nulo. De acuerdo con la ENGH, no todos los hogares consumen todos los bienes para los que se estima la elasticidad-gasto. Por lo tanto, los coeficientes estimados son inconsistentes cuando sólo se utilizan observaciones con gasto positivo para estimar las elasticidades-gasto por medio de MCO. En consecuencia, se estima un modelo tipo Tobit para corregir las estimaciones por la existencia de consumos nulos. En este caso, el modelo estimado es

$$w_{ih}^* = \alpha_i + \beta_i \ln m_h + \varepsilon_{ih} \quad i = 1, \dots, 14 \quad (3.9)$$

$$w_{ih} = w_{ih}^* \quad \text{si } w_{ih}^* > 0$$

$$w_{ih} = 0 \quad \text{si } w_{ih}^* \leq 0$$

donde  $\varepsilon_{ih}$  es un término aleatorio con las características usuales. Para simplificar la notación, reescribimos la ecuación (3.9) como  $w_i = x_i \beta + \varepsilon_i$ . En este caso, las fórmulas de las elasticidades-gasto se transforman en (ver McDonald y Moffitt (1980))

---

<sup>55</sup> En trabajos posteriores, la especificación propuesta por Working-Leser se extendió para capturar no linealidades de las curvas de Engel (ver, entre otros, Banks et al., 1997). En nuestro caso, las estimaciones no lineales arrojaron resultados que no difieren sustancialmente de los aquí presentados.

$$\eta_{i,cond} = \frac{\partial C_i}{\partial m} \frac{m}{C_i} \Big|_{C_i^* > 0} = 1 + \frac{\Phi(z_i)\beta_i}{\Phi(z_i)\bar{x}_i\beta_i + \sigma_i\phi(z_i)}$$

donde  $\eta_{i,cond}$  es la elasticidad-gasto condicional, la barra superior indica promedio,  $z_i = (\bar{x}_i\beta_i)/\sigma_i$ ,  $\sigma_i$  es el desvío estándar de los residuos de (3.9), y  $\phi(z_i)$  y  $\Phi(z_i)$  son las funciones de densidad y distribución de la normal estándar evaluadas en  $z_i$ , respectivamente. Por su parte, la elasticidad-gasto no condicional ( $\eta_{i,uncond}$ ) se calcula como

$$\eta_{i,uncond} = \frac{\partial C_i}{\partial m} \frac{m}{C_i} = 1 + \frac{\left[ 1 - \frac{\phi(z_i)}{\Phi(z_i)} - \left( \frac{\phi(z_i)}{\Phi(z_i)} \right)^2 \right]}{\bar{x}_i\beta_i + \sigma_i \frac{\phi(z_i)}{\Phi(z_i)}}$$

En este caso, se utilizó información obtenida de la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGH) para el período 1996/1997, última disponible para el total nacional. La ENGH es una encuesta de alcance nacional que releva los gastos de las familias en las principales áreas urbanas de la Argentina; además, identifica varias características socioeconómicas y demográficas de los hogares. De allí, se utilizó información sobre gasto por producto a nivel de hogar para estimar la ecuación (3.7), agregando las siguientes variables de control: tamaño del hogar, edad del jefe de hogar, cantidad de niños con 5 o menos años de edad, cantidad de niños en edad de asistir a la escuela primaria (6-12), cantidad de niños en edad de asistir a la escuela secundaria (13-18), y número de individuos ocupados. Se emplea información a tres dígitos de la Clasificación Central de Productos (CPC) (i.e., 46 productos). Así, es fácil establecer la concordancia entre los productos de la SAM y de la ENGH. Sin embargo, la ENGH no contiene información para todos los productos identificados en el modelo. Por lo tanto, se estableció una concordancia entre los productos contenidos en la SAM y en la ENGH (ver Tabla 3.1). Por construcción, las funciones de demanda de nuestro modelo de CGE asumen que las decisiones de consumo respetan la restricción presupuestaria del hogar representativo. En las estimaciones econométricas, el cumplimiento de dicha restricción se asegura por la forma de computar la variable de gasto total, igual a la suma de los gastos reportados por cada hogar para cada categoría de bienes.

La Tabla 3.1 muestra la composición del gasto total de cada quintil de consumo per cápita familiar. Se observa el cumplimiento de la Ley de Engel: la participación de los alimentos en el consumo total cae cuando aumenta el ingreso/gasto total. Por su parte, la participación en el presupuesto familiar de bienes y servicios como Vehículos y Educación crece con el ingreso.

*Tabla 3.1: Estadísticas descriptivas por sector CGE  
participación en el ingreso bienes y servicios  
datos para estimar las elasticidades-gasto  
(en porcentaje)*

Sector CGE	Quintil de consumo per cápita familiar				
	1	2	3	4	5
Carne	16.1	13.4	10.8	8.4	5.2
Otros alimentos y bebidas	35.2	28.5	24.9	21.1	15.2
Aceites	1.3	1.0	0.8	0.6	0.4
Textiles	4.2	5.2	5.6	5.8	6.1
Calzado (Cuero)	2.8	3.2	3.0	2.6	2.0
Combustibles (Refinación de petróleo)	3.8	2.8	2.2	1.7	1.1
Maquinaria y equipo	0.8	0.9	0.8	1.0	1.0
Vehículos	0.6	1.4	2.3	3.9	8.9
Electricidad, Gas y Agua	7.4	5.7	4.5	3.4	2.2
Comunicaciones	1.6	2.5	2.9	3.0	2.6
Transporte público (Transporte)	4.0	4.3	3.9	3.3	2.3
Educación	0.7	1.4	2.0	2.5	2.8
Salud	2.9	4.9	6.8	8.4	9.4
Otros productos	18.6	24.8	29.4	34.2	40.7
Fuente: Elaboración propia en base a ENGH 1996/1997.					

## **RESULTADOS**

Las ecuaciones (3.7) y (3.9) se estimaron para 14 productos empleando una muestra de 27.217 hogares. Los resultados de la estimación se muestran en la Tabla 3.2, donde se observa que todas las elasticidades-gasto son positivas y estadísticamente significativas. Las elasticidades-gasto estimadas son relativamente bajas para los productos alimenticios y Transporte, y más altas para Vehículos, Educación, Salud, y Otros productos.

La correlación simple entre las distintas estimaciones es, en todos los casos, superior a 0,92. Como se esperaba, los alimentos aparecen como “necesidades”, con elasticidades-

gasto menores a la unidad. Si las variables de control por características del hogar se omiten, las elasticidades-gasto aumentan de manera considerable, ya que el gasto total pasa a capturar determinantes del gasto relacionados positiva (e.g., número de miembros) o negativamente (e.g., el número de ocupados) con el ingreso.

A los fines de calibrar el modelo de CGE, se optó por emplear las estimaciones que arroja la versión lineal del modelo de Working-Leser, por tratarse de un modelo ampliamente utilizado en la literatura para estimar curvas de Engel.

*Tabla 3.2: Elasticidades-gasto  
Modelos Working-Leser lineal y cuadrático  
Estimaciones por mínimos cuadrados ordinarios y variables instrumentales*

Sectores CGE	Ceros (%)	OLS		Tobit	
				No cond.	Cond.
Carne	6.1	0.617 ***	0.643 ***	0.752 ***	
		(0.002)	(0.002)	(0.002)	
Otros alimentos y bebidas	0.6	0.642 ***	0.681 ***	0.767 ***	
		(0.009)	(0.009)	(0.009)	
Aceites	56.7	0.839 ***	0.954 **	0.985 **	
		(0.000)	(0.000)	(0.000)	
Textiles	39.2	1.129 ***	1.375 ***	1.150 ***	
		(0.001)	(0.001)	(0.001)	
Calzado (Cuero)	62.7	1.014	1.335 ***	1.097 ***	
		(0.001)	(0.001)	(0.001)	
Combustibles (Refinación de petróleo)	4.4	0.270 ***	0.444 ***	0.673 ***	
		(0.001)	(0.001)	(0.001)	
Maquinaria y equipo	90.7	1.037 ***	1.882 ***	1.136 ***	
		(0.000)	(0.003)	(0.003)	
Vehículos	88.6	1.305 ***	2.642 ***	1.248 ***	
		(0.024)	(0.008)	(0.008)	
Electricidad, Gas y Agua	7.4	0.446 ***	0.544 ***	0.715 ***	
		(0.001)	(0.001)	(0.001)	
Comunicaciones	41.9	1.021	1.368 ***	1.135 ***	
		(0.001)	(0.001)	(0.001)	
Transporte público (Transporte)	40.3	0.807 ***	0.917 ***	0.967 ***	
		(0.002)	(0.002)	(0.002)	
Educación	82.0	1.127 ***	2.352 ***	1.246 ***	
		(0.001)	(0.003)	(0.003)	
Salud	39.7	1.224 ***	1.531 ***	1.195 ***	
		(0.004)	(0.006)	(0.006)	
Otros productos	3.3	1.260 ***	1.262 ***	1.181 ***	
		(0.009)	(0.008)	(0.008)	
Niveles de significatividad: *** = 1%, ** = 5%, * = 10%.					
Errores estándares robustos entre paréntesis.					
Se incluyeron controles por características del hogar.					

Por su parte, el parámetro de Frisch puede computarse a partir del trabajo de Lluch et al. (1977), que estima una relación positiva entre el ingreso per cápita expresado en dólares de 1970 y el valor del parámetro de Frisch. Específicamente, la relación estimada por dichos autores es

$$frisch = -36ypc^{-0.36}$$



donde  $ypc$  es el ingreso per cápita expresado en dólares de 1970. En el caso de Argentina, el parámetro de Frisch toma un valor de -2.95, estimado a partir de expresar en dólares de 1970 el ingreso per cápita de 2006 obtenido de cuentas nacionales.

**AHORRO PRIVADO.** En este apartado se estima la propensión marginal a ahorrar del hogar representativo. Para ello, se sigue un procedimiento relativamente sencillo. Se utiliza información sobre ahorro privado total e ingreso nacional bruto disponible para el período 1993-2006. La forma de estimación es similar a la utilizada en el caso de las elasticidades de sustitución entre bienes domésticos e importados (ver más adelante). En particular, se estimó la relación de largo plazo entre ambas variables obteniéndose una propensión marginal a ahorro de 0,25. Como se muestra en el Capítulo 2, esta información se utiliza para calibrar la función de ahorro que se desprende del sistema de gasto lineal extendido que se utiliza para modelar la decisión de ahorro y consumo de las familias.

El resultado obtenido está en línea con la estimación de Hussein y Thirlwall (1999), que utilizando datos de panel para 62 países en el período 1967-1995 encuentran que la propensión marginal a ahorrar es 0,24.

Además, la calibración de la función de ahorro requiere dar valor a la tasa de preferencia intertemporal. En este caso, se utilizó la estimación de Ahumada y Garegnani (2004) para Argentina, 0,037.

## **4. COMERCIO INTERNACIONAL**

En esta sección se estiman las elasticidades relacionadas con el comercio internacional. Por el lado del consumo – tanto intermedio como final, se estima la elasticidad de sustitución entre importaciones y bienes producidos domésticamente. Por el lado de la producción, se estima la elasticidad de transformación entre exportaciones y ventas al mercado doméstico.

En el caso de la Argentina, las únicas estimaciones que existen para las elasticidades relacionadas con el comercio que típicamente se emplean en modelos de CGE son las realizadas por Castresana et al. (2010) para el lado del consumo. En esta sección se extienden los resultados allí presentados a fin de computar las elasticidades

correspondientes a los sectores identificados en nuestro modelo de CGE. Además, se estiman elasticidades de corto y largo plazo.

#### **4.1. CONSUMO**

El modelo de CGE asume que los bienes se diferencian según cuál es su país de origen (ver Armington (1969)). De esa manera, puede modelarse el comercio en dos direcciones, al asumir que los bienes domésticos e importados son sustitutos imperfectos en el consumo.<sup>56</sup> La elasticidad de sustitución que se estima a continuación mide la facilidad con que puede sustituirse el origen (i.e., doméstico/importado) de los bienes que se consumen.

Las elasticidades Armington son las que más discusión reciben en la literatura que utiliza modelos de CGE (ver McDaniel y Balistreri (2003); Hertel et al. (2007)). Ciertamente, el valor que se les asigna impacta sobre el resultado cuantitativo de un ejercicio de liberalización comercial; además, en algunos casos puede incluso determinar el resultado cualitativo del análisis. En el contexto de nuestro modelo de CGE, el valor de las elasticidades Armington determina el efecto directo que tiene un shock sobre la balanza comercial. En los últimos años son varios los trabajos que estimaron elasticidades Armington para distintos países. Por ejemplo, Gallaway et al. (2003) para Estados Unidos, Gonzalez y Wong (2005) para Ecuador, Tourinho et al. (2010) para Brasil, Lozano Karanauskas (2004) para Colombia, entre otros. En general, los trabajos citados mencionan que las elasticidades Armington se estiman con el objetivo explícito de utilizarlas para la calibración de modelos de CGE.

La sustitución imperfecta entre importaciones y bienes producidos domésticamente se modela mediante una función CES. Así, el problema de optimización que se resuelve para determinar la composición doméstico/importado del consumo de cada bien  $i$  puede escribirse como

$$\min Q_i = PM_i M_i + PD_i D_i$$

---

<sup>56</sup> La teoría más tradicional del comercio internacional asume que los bienes son idénticos entre países. Como consecuencia, sólo pueden explicarse los flujos de comercio inter-industrial.

$$\text{s. a. } Q_i = \phi_i \left( \delta_i^M M_i^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} + \delta_i^D D_i^{\frac{\sigma_i-1}{\sigma_i}} \right)^{\frac{\sigma_i}{\sigma_i-1}}$$

$$\text{con } \delta_i^M + \delta_i^D = 1$$

donde  $Q_i$  es el bien compuesto Armington (ver Capítulo 2),  $M_i$  y  $D_i$  son las cantidades importadas y domésticas, respectivamente, y  $\phi_i$ ,  $\delta_i^M$  y  $\delta_i^D$  son parámetros a calibrar, mientras que  $\sigma_i$  – el parámetro a estimar econométricamente – mide la elasticidad de sustitución entre  $M_i$  y  $D_i$ . En consecuencia,  $\sigma_i$  se interpreta como el grado de similitud entre productos domésticos e importados. De las CPO del problema anterior se obtiene la siguiente condición de tangencia que determina la composición óptima doméstico/importado del consumo. A saber,

$$\left( \frac{M_i}{D_i} \right) = \left( \frac{\delta_i^M}{\delta_i^D} \right)^{\sigma_i} \left( \frac{PD_i}{PM_i} \right)^{\sigma_i} \quad (4.1)$$

La ecuación (4.1) puede expresarse como

$$\ln \left( \frac{M_i}{D_i} \right) = \alpha_i + \beta_i \ln \left( \frac{PD_i}{PM_i} \right) \quad (4.2)$$

donde  $\alpha_i = \sigma \ln(\delta_i^M / \delta_i^D)$  y  $\beta_i = \sigma_i$ . La especificación log-lineal es usual en la literatura que estima elasticidades Armington. Como veremos, los parámetros de la ecuación (4.2) se estiman utilizando técnicas econométricas de series de tiempo.

La estimación de la ecuación (4.2) requiere contar con cuatro series de datos: importaciones en valor y volumen, y compras de bienes producidos domésticamente en valor y volumen; los precios o valores unitarios pueden obtenerse como cociente de las series de valor y volumen. Los datos que se utilizan tienen frecuencia trimestral y abarcan el período 1993-2006. En general, la estimación se realiza al nivel de 2 dígitos de la CIIU, pero tratando de aproximar los sectores identificados en el modelo de CGE.<sup>57</sup> Así, se estiman elasticidades Armington para 15 sectores productores de bienes.

---

<sup>57</sup> Cabe mencionar que la información disponible permite estimar elasticidades Armington para un nivel de desagregación más elevado (ver Castresana et al. (2010)).

En el caso de los servicios, no fue posible recolectar información sobre exportaciones e importaciones en valor y volumen; en consecuencia, se emplean elasticidades tomadas de la literatura combinadas con un análisis de sensibilidad de los resultados respecto de su valor particular. Como veremos, la serie sobre compras de bienes producidos domésticamente se genera a partir de combinar información sobre valor bruto de producción con información sobre exportaciones.

Las exportaciones e importaciones en valor (en dólares) y volumen (en kilogramos) están disponibles del INDEC al nivel de subpartida (i.e., seis dígitos del Sistema Armonizado). En primer lugar, los valores comerciados se expresaron en pesos empleando el tipo de cambio nominal registrado al final de cada trimestre. En segundo lugar, se agregaron los datos por subpartida hasta llevarlos al nivel al que se realiza la estimación econométrica. Luego, los volúmenes de exportaciones e importaciones expresados en dólares de 1993 se calcularon de la siguiente manera. Se define

$m(i,t)$  = volumen importado del producto  $i$  en el periodo  $t$

$e(i,t)$  = similar a  $m(i,t)$  pero referido a las exportaciones

$vm(i)$  = valor unitario importaciones promedio trimestral subpartida  $i$  en 1993, calculado como el cociente entre valor y volumen para los cuatro trimestres de 1993

$ve(i)$  = similar a  $vm(i)$  pero referido a las exportaciones

Luego, la serie de importaciones y exportaciones a precios constantes del producto  $i$  se calculan como

$$M(i,t) = vm(i)*m(i,t)$$

$$E(i,t) = ve(i) * e(i,t)$$

para importaciones y exportaciones, respectivamente. Los precios de importaciones y exportaciones se calcularon como el cociente entre magnitudes expresadas a precios corrientes y constantes. Las compras de bienes producidos domésticamente ( $D$ ) se calcularon – en valor y volumen – como la diferencia entre valor bruto de producción ( $X$ ) y exportaciones ( $E$ ),

$$X - E = D$$

Nuevamente, el precio de las compras de bienes producidos domésticamente se computó a partir del cociente entre magnitudes expresadas a precios corrientes y constantes.

Como se mencionó, se aplican a la ecuación (4.2) técnicas de estimación usuales en la literatura sobre econometría de series de tiempo. En consecuencia, la metodología para estimar de la ecuación (4.2) varía de acuerdo con las características de las series del (logaritmo del) cociente de precios (PD/PM) y (logaritmo del) cociente de cantidades (M/D). En primer lugar, se determinó si las series de precios y cantidades son estacionarias o no. Para ello, se utilizó el test de raíz unitaria de Dickey-Fuller (ver Tabla A1). Como puede observarse, sólo dos series de precios relativos resultaron estacionarias (i.e.,  $I(0)$ ): Minería y Vehículos.

Cuando ambas series son no estacionarias, se realiza un análisis de cointegración. Se dice que dos variables  $I(1)$  están cointegradas si una combinación de ellas es  $I(0)$ . En nuestra aplicación, se utilizó el test de Engle y Granger (1987) para detectar si las series de precios y cantidades están cointegradas; dicho test consiste en (1) realizar una regresión entre  $\log(M/D)$  y  $\log(PD/PM)$ , y (2) verificar que los residuos de la estimación son estacionarios. Los resultados de los test de raíz unitaria para los residuos de dicha regresión también se muestran en la Tabla A1. En todos los casos, se obtuvieron residuos estacionarios; así, los casos en los que ambas series resultaron  $I(1)$ , existe evidencia de cointegración.

En la Tabla 4.1 se resumen las metodologías de estimación que se emplean, dadas las características estocásticas de las series de precios y cantidades.<sup>58</sup> Cuando ambas series resultan  $I(0)$ , se estima un modelo de ajuste parcial (ver ecuación (4.3)). Cuando ambas series resultan  $I(1)$  y están cointegradas, se estima un modelo de corrección de errores (ver ecuación (4.4)) en niveles; si no están cointegradas, se estima la ecuación (4.5) en primeras diferencias. En los demás casos, también se estima la ecuación (4.2) en primeras diferencias (ver ecuación (4.5)). El test de Breusch-Godfrey se utilizó para detectar la presencia de correlación de primer orden en los residuos de las regresiones.

---

<sup>58</sup> La misma metodología de estimación de elasticidades Armington es utilizada por Balisteri et al. (2003), Gonzalez y Wong (2005), Tourinho et al. (2010), entre otros.

En presencia de autocorrelación serial de primer orden en los residuos, se re-estimó la ecuación correspondiente pero empleando el procedimiento iterativo propuesto por Prais-Winsten. Los modelos 1 y 2 permiten obtener elasticidades de corto y largo plazo, mientras que el modelo 3 sólo permite obtener elasticidades de corto plazo. En la estimación econométrica, a la ecuación (4.2) se agregaron dummies trimestrales, el logaritmo del PIB per cápita, y una dummy para indicar la crisis del año 2002. En lo que sigue, la discusión se concentra en las estimaciones de corto plazo, por considerarlas más adecuadas en el contexto de un modelo de CGE dinámico que genera resultados de periodicidad anual.

*Tabla 4.1: Estrategia para elegir el modelo a estimar*

y = ln(M/D)	x = ln(PD/PM)	
	I(0)	I(1)
I(0)	modelo 1	modelo 3
I(1)	modelo 3	coint = modelo 2
		no coint = modelo 3

#### REFERENCIAS:

$$\text{modelo 1: } y = a + b*x + c*L.y + u \quad (4.3)$$

$$\text{modelo 2: } D.y = a + b*D.x + c*L.y + d*L.x + u \quad (4.4)$$

$$\text{modelo 3: } D.y = a + b*D.x + u \quad (4.5)$$

donde  $y = \log(M/D)$ ,  $x = \log(PD/PM)$ ,  $u$  es un término aleatorio con distribución normal de media cero y varianza constante,  $D$  es el operador de diferencia,  $L$  es el operador de rezago, y  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $d$  son parámetros a estimar econométricamente.

Los resultados de las estimaciones se muestran en la Tabla 4.2. Como se observa, las elasticidades resultaron estadísticamente significativas para 14 de los 15 sectores considerados. El valor promedio de las elasticidades que resultaron significativas es 0,96, indicando que los bienes domésticos e importados están lejos de ser sustitutos perfectos – los bienes domésticos e importados son sustitutos perfectos cuando la elasticidad Armington es infinito. Las elasticidades estimadas se ubican en el rango

0,38-2,69 y 0,26-1,23 para el largo y corto plazo, respectivamente. Las estimaciones más bajas se obtuvieron para Vehículos y Agricultura. Por otro lado, los productos para los que la elasticidad de sustitución entre bienes domésticos e importados es más elevada resultan ser Textiles y Alimentos y bebidas, con elasticidades por arriba de la unidad. Así, las elasticidades estimadas muestran diferencias entre sectores que son estadísticamente significativas; en consecuencia, la práctica de utilizar la misma elasticidad Armington para todos los sectores no tiene sustento empírico en el caso de Argentina.

En todos los casos excepto Vehículos, fue posible estimar elasticidades de largo plazo. En cuatro casos las elasticidades corto plazo resultaron más altas que las elasticidades de largo plazo. Los resultados para el sector minero resultaron estadísticamente no significativos. En consecuencia, se emplea una elasticidad de sustitución similar a la reportada por Hertel et al. (2007) en base a un corte transversal de países.

Tabla 4.2: Elasticidades de sustitución Armington

Sector CGE	modelo	Elast largo plazo		Elast corto plazo		R2 adj
		elas	pval	elas	pval	
Agricultura	2	0.415 ***	0.000	0.260	0.137	0.837
Ganadería	2	1.280 ***	0.000	1.224 ***	0.000	0.934
Otros primarios	2	0.786 ***	0.000	0.832 ***	0.000	0.853
Minería (con Petróleo y gas)	3			-0.092	0.596	0.010
Alimentos y bebidas	2	1.524 ***	0.001	1.233 ***	0.000	0.814
Textiles	2	2.688 ***	0.000	1.194 ***	0.000	0.830
Cuero	2	1.056 ***	0.000	0.894 ***	0.000	0.791
Refinación de petróleo	2	0.435 ***	0.000	0.928 ***	0.000	0.778
Química	2	0.528 **	0.019	0.861 ***	0.000	0.910
Caucho y plástico	2	0.547 ***	0.000	1.042 ***	0.000	0.759
Prod. minerales no metálicos	2	1.241 ***	0.001	1.048 ***	0.000	0.842
Metalmecánica	2	0.681 ***	0.000	1.056 ***	0.000	0.705
Maquinaria y equipo	2	0.864 ***	0.000	0.701 ***	0.000	0.815
Vehículos	3			0.383 ***	0.000	0.425
Otras manufacturas	2	1.017 ***	0.000	0.653 ***	0.000	0.603
Niveles de significatividad: *** = 1%, ** = 5%, * = 10%.						
Errores estándares robustos entre paréntesis.						
Se agregaron controles por trimestre, PBI per cápita y crisis 2002.						

## 4.2. PRODUCCIÓN

La elección entre ventas domésticas y exportaciones se modela mediante una función con elasticidad de transformación constante (CET).<sup>59</sup> Se asume la existencia de un

<sup>59</sup> La función CET fue propuesta por Powell y Gruen (1968).



productor que determina cuánto exportar y cuánto vender domésticamente resolviendo el siguiente problema de optimización:

$$\begin{aligned} \max \quad & PX_i X_i = PE_i E_i + PD_i D_i \\ \text{s. a.} \quad & X_i = \phi_i \left( \delta_i^E E_i^{\frac{\Omega_i+1}{\Omega_i}} + \delta_i^D D_i^{\frac{\Omega_i+1}{\Omega_i}} \right)^{\frac{\Omega_i}{\Omega_i+1}} \\ & \text{con } \delta_i^E + \delta_i^D = 1 \end{aligned}$$

donde  $X_i$  es el total producido domésticamente,  $E_i$  y  $D_i$  son las exportaciones y las ventas domésticas, respectivamente, y  $PX_i$ ,  $PE_i$  y  $PD_i$  son los precios correspondientes. Por su parte,  $\delta_i^E$ ,  $\delta_i^D$  y  $\phi_i$  son parámetros que se calibran, y  $\Omega_i$  es la elasticidad de transformación entre uno y otro mercado. De las CPO del problema anterior se obtiene el modelo que se estima econométricamente; a saber,

$$\left( \frac{QE_i}{QD_i} \right) = \left( \frac{\delta_i^D}{\delta_i^E} \right)^{\Omega_i} \left( \frac{PE_i}{PD_i} \right)^{\Omega_i}$$

que puede reescribirse como

$$\ln \left( \frac{QE_i}{QD_i} \right) = \alpha_i + \beta_i \ln \left( \frac{PE_i}{PD_i} \right)$$

donde  $\alpha_i = \Omega_i \ln(\delta_i^D / \delta_i^E)$  y  $\beta_i = \Omega_i$ , la elasticidad de transformación entre ventas domésticas y exportaciones para el sector  $i$ . También en este caso, los parámetros de la ecuación (4) se estiman con técnicas econométricas de series de tiempo.

La estimación de estas elasticidades resultó poco satisfactoria por lo que no fueron utilizadas para la calibración del modelo.

## 5. CURVA DE SALARIOS

El modelado del mercado laboral se realiza asumiendo que existe una relación negativa entre nivel de desempleo y nivel de salarios; es decir, se utiliza una curva de salarios o “wage curve” para hacer endógeno el desempleo. Como se muestra en el Capítulo 2, la

curva de salarios puede derivarse de un modelo con salarios de eficiencia (ver también Blanchflower y Oswald (1994)).

El trabajo de Blanchflower y Oswald (1990) dio origen a varios estudios sobre la relación entre nivel de salarios y desempleo regional. En términos generales, las estimaciones realizadas para diferentes países y períodos dan como resultado una relación negativa entre salarios y desempleo regional, con una elasticidad siempre cercana a -0,1<sup>60</sup> En el caso de Argentina, Galiani (1999) estima una versión dinámica de la curva de salarios, con una elasticidad de -0,1 en el largo plazo y algo inferior en el corto plazo. En un trabajo más reciente, Cruces y Ham (2010) encuentran que la elasticidad-desempleo del salario horario en Argentina es levemente inferior a -0,06, un valor cercano al que arrojan las estimaciones que se muestran más abajo.<sup>61</sup> La evidencia para países de América Latina también encuentra elasticidades cercanas -0,1 (ver Berg y Contreras (2004) para Chile; Castro (2006) para México; Bucheli y Gonzalez (2007) para Uruguay; Ramos et al. (2009) para Colombia).

La curva de salarios puede escribirse como

$$w_{ijt} = \alpha + \beta u_{jt} + \gamma z_{ijt} + \delta_j + \lambda_t + \varepsilon_{ijt} \quad (5.1)$$

donde  $w_{ijt}$  es el logaritmo natural del salario del individuo  $i$  que vive en la región  $j$  en el momento  $t$ ,  $u_{jt}$  es el logaritmo de la tasa de desempleo en la región  $j$  en el período  $t$ ,  $z_{ijt}$  es un vector de características individuales,  $\delta_j$  es un efecto fijo por región,  $\lambda_t$  es un efecto fijo por período, y  $\varepsilon_{ijt}$  es un error aleatorio con las características usuales.

Debido a que la ecuación (5.1) incluye una variable explicativa definida a un nivel de agregación más alto que la variable dependiente (i.e., la tasa de desempleo regional), la estimación por MCO arrojaría errores estándar sesgados hacia arriba para el parámetro que nos interesa estimar (ver Moulton (1986)). Por lo tanto, la ecuación (5.1) se estimó

---

<sup>60</sup> En Nijkamp y Poot (2005) y Babecky et al. (2008) pueden consultarse revisiones recientes de la literatura.

<sup>61</sup> En el trabajo citado se presentan estimaciones de la curva de salarios para todos los países de América Latina.

tomando promedios regionales para las variables individuales. Así, la ecuación que se estima es

$$\bar{w}_{jt} = \alpha + \beta u_{jt} + \gamma \bar{z}_{jt} + \delta_j + \lambda_t + \varepsilon_{jt} \quad (5.2)$$

La ecuación (5.2) se estimó por separado para cada nivel de calificación identificado en el modelo de CGE (i.e., menos que secundaria completa, menos que superior completa y superior completa). Las características individuales incluidas en  $z$  son edad, sexo, sector de ocupación y categoría ocupacional (i.e., asalariado/no asalariado). La estructura de panel de la base de datos que se utiliza permite controlar por características inobservables de cada aglomerado que no cambian en el tiempo.

Los datos que se emplean para estimar la curva de salarios surgen de la EPH para el período 1992-2009. La EPH releva información dos veces al año para 15-31 aglomerados urbanos, dependiendo del año de que se trate.<sup>62</sup> La EPH provee información individual sobre estado laboral (i.e., ocupado/desempleado), salario horario, y varias características individuales. Para el período que corresponde a la EPH continua se tomaron datos semestrales calculados como el promedio de los datos trimestrales, únicos disponibles al momento de realizar las estimaciones.<sup>63</sup>

En resumen, la información empleada constituye un panel desbalanceado de 995 observaciones para cada nivel de calificación a nivel de aglomerado urbano con periodicidad semestral que abarca el período 1992-2009. La Tabla 5.1 muestra algunas estadísticas descriptivas calculadas para todo el período al nivel de seis regiones. Como se observa, existen diferencias en los salarios promedios regionales; el salario promedio más alto (bajo) se registra en la Ciudad de Buenos Aires (Noreste). La participación promedio para todo el período de las distintas categorías de trabajo también varía entre regiones, siendo la Ciudad de Buenos la más abundante en trabajo calificado. En el otro extremo se ubican los partidos del conurbano bonaerense.

---

<sup>62</sup> En el período 1992-1997 la EPH se extendió hasta cubrir las principales 15 ciudades de la Argentina. Desde entonces, se incrementó el número de aglomerados considerados hasta llegar a los 31 actuales.

<sup>63</sup> A fin de calcular los salarios horarios promedios semestrales, se empleó el índice de precios al consumidor para expresar los salarios horarios promedios trimestrales en términos reales.

*Tabla 5.1: Estadísticas descriptivas por regiones  
salarios y composición la oferta laboral  
datos semestrales 1992-2009*

Región	salario prom. (\$)	Composición oferta laboral		
		no calif	semi calif	calif
Ciudad de Buenos Aires	5.5	26.5	42.0	31.4
Partidos del GBA	3.2	59.2	30.8	10.0
Noroeste	2.7	50.9	34.4	14.8
Noreste	2.5	52.5	32.6	14.9
Cuyo	3.0	50.8	33.3	15.9
Pampeana	3.4	47.4	35.0	17.6
Patagónica	4.8	51.3	34.0	14.7

Fuente: Elaboración propia en base a EPH 1992-2009.

La Tabla 5.2 expone los resultados de la estimación, para el total de la muestra y para hombres y mujeres por separado. La elasticidad-desempleo del salario horario resultó negativa y significativa en todos los casos. La elasticidad más elevada se obtiene para los trabajadores semi-calificados, y la más baja para los calificados. Los resultados obtenidos están en la línea con los reportados en la literatura que estima curvas de salarios.

*Tabla 5.2: Curva de salarios por nivel de calificación*

Tipo trabajo	Elasticidad-salario					
	Total		Hombres		Mujeres	
No calificados	-0.070 ***		-0.078 ***		-0.058 ***	
	(0.023)		(0.026)		(0.017)	
Semi-calificados	-0.071 ***		-0.071 ***		-0.075 ***	
	(0.020)		(0.025)		(0.018)	
Calificados	-0.019 *		-0.018		-0.019 *	
	(0.010)		(0.014)		(0.010)	
Niveles de significatividad: *** = 1%, ** = 5%, * = 10%.						
Errores estándares robustos entre paréntesis.						
Se incluyeron efectos fijos por aglomerado y período.						

## 6. COMENTARIOS FINALES

En este capítulo se estimaron las elasticidades que se requieren para hacer operacional el modelo de CGE presentado en el Capítulo 2. Las elasticidades estimadas resultaron estadísticamente significativas y con el signo esperado en la mayor parte de los casos.

Los valores obtenidos, además, están en línea con la evidencia empírica internacional, que suele ser la fuente que utilizan los trabajos de CGE que no estiman sus propias elasticidades. Además, cabe mencionar que las estimaciones econométricas se realizaron a un nivel de desagregación que permite establecer fácilmente una concordancia con el nivel desagregación del modelo, algo que no siempre ocurre cuando las elasticidades se toman de la literatura.

Como discutimos, la práctica más usual en la literatura de CGE para países como Argentina es tomar los parámetros libres (i.e., las elasticidades) de estimaciones hechas en otros países, o elegir valores “razonables”.<sup>64</sup> En contraste, en este trabajo se hizo un esfuerzo por estimar econométricamente las elasticidades relevantes del modelo de CGE. Las estimaciones, si bien no exentas de problemas, son un avance en la agenda de investigación hacia parámetros mejor fundados.

---

<sup>64</sup> Entre las pocas excepciones, se destaca el trabajo de Sánchez (2004) para Costa Rica. Por otro lado, existen estimaciones recientes de elasticidades de sustitución Armington para algunos países de América Latina (ver Sección 4).

## REFERENCIAS

- Ahumada, Hildegart y Lorena Garegnani (2004). An Estimation of Deep Parameters Describing Argentine Consumer Behavior. *Applied Economic Letters* 11 (11): 719-723.
- Armington, Paul S. (1969). A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. *International Monetary Fund Staff Papers* 16: 159-178.
- Arrow, K. J., H. B. Chenery, B. S. Minhas y R. M. Solow (1961). Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency. *The Review of Economics and Statistics* 43 (3): 225–250.
- Babecky, J., R. Ramos y E. Sanromá (2008). Meta-Analysis on Microeconomic Wage Flexibility (Wage Curve). *German Social Policy Review* 57 (10-11): 273-279.
- Balistreri, Edward J., Christine A. McDaniel y Eina Vivian Wong (2003). An Estimation of US Industry-Level Capital–Labor Substitution Elasticities: Support for Cobb–Douglas. *The North American Journal of Economics and Finance* 14 (3): 343-356.
- Banks, James, Richard Blundell y Arthur Lewbel (1997). Quadratic Engel Curves and Consumer Demand. *The Review of Economics and Statistics* 79 (4): 527-539.
- Berg, Janine y Dante Contreras (2004). Political-Economic Regime and the Wage Curve: Evidence from Chile, 1957-96. *International Review of Applied Economics* 18 (2): 151-165.
- Blanchflower, David G. y Andrew J. Oswald (1990). The Wage Curve. *Scandinavian Journal of Economics* 92 (2): 215-235.
- Blanchflower, David G. y Andrew J. Oswald (1994). *The Wage Curve*. MIT Press. Cambridge, MA.
- Blanchflower, David G. y Andrew J. Oswald (2005). The wage curve reloaded. National Bureau of Economic Research. *NBER Working Paper* 11338.
- Bucheli, Marisa y Cecilia González (2007). An Estimation of the Wage Curve for Uruguay. Documento de Trabajo 11/07. Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República, Uruguay.

- Caddy, Vern (1976). Empirical Estimation of the Elasticity of Substitution: A Review. IMPACT Project Working Paper OP-09.
- Castresana, Sebastián, Martín Cicowiez y Mariangeles Polonsky (2010). Estimación de Elasticidades Armington para la Argentina. III Encuentro Regional sobre Modelos de EGC.
- Castro Luego, David (2006). Curva Salarial: Una Aplicación para el Caso de México, 1993-2002. *Estudios Económicos* 21 (2): 233-273.
- Chern, Wen S., Kimiko Ishibashi, Kiyoshi Taniguchi y Yuki Tokoyama (2003). Analysis of the Food Consumption of Japanese Households. *FAO Economic and Social Development Paper* 152.
- Chirinko, Robert S. (2002). Corporate Taxation, Capital Formation, and the Substitution Elasticity between Labor and Capital. *National Tax Journal* 55 (2): 339-355.
- Claro, Sebastián (2003). A Cross-Country Estimation of the Elasticity of Substitution Between Labor and Capital in Manufacturing Industries. *Cuadernos de Economía* 40 (120): 239-257.
- Cruces, Guillermo y Andrés Ham (2010). La Flexibilidad Laboral en América Latina: Las Reformas Pasadas y las Perspectivas Futuras. CEPAL Colección Documentos de Proyectos.
- Deaton, Angus y John Muellbauer (1980). An Almost Ideal Demand System. *American Economics Review* 70 (3): 312-326.
- Dhrymes, Phoebus, J. y Paul Zarembka (1970). Elasticities of Substitution for Two-Digit Manufacturing Industries: A Correction. *The Review of Economics and Statistics* 47 (1): 115-117.
- Engle, Robert F. y Clive W. J. Granger (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica* 55 (2): 251-276.
- Fishelson, Gideon (1979). Elasticity of Factor Substitution in Cross-Section Production Functions. *The Review of Economics and Statistics* 61 (3): 432-436.
- Fontes Tourinho, Octávio Augusto, Honorio Kume y Ana Cristina de Souza Pedroso (2010). Armington Elasticities for Brazil. En C. de Miguel, J. Durán Lima, P.

- Giordano, J. Guzmán, A. Schuschny, y M. Watanuki (eds.). *Modeling Public Policies in Latin American and the Caribbean*. ECLAC y IDB.
- Galiani, Sebastián (1999). Wage Determination in Argentina: An econometric analysis with Methodology Discussion. Wolfson College, Oxford University.
- Gallaway, Michael P., Christine A. McDaniel y Sandra A. Rivera (2003). Short-Run and Long-Run Industry-level Estimates of U.S. Armington Elasticities. *North American Journal of Economics and Finance* 14: 49-68.
- Gebreselasie, Tewodros G. (2008). Sectoral Elasticity of Substitution and Returns to Scale in South Africa. *South African Journal of Economics* 76 (Issue Supplement S2): S110–S125.
- González, Manuel y Sara Wong (2005). Elasticidades de Sustitución de Importaciones para Ecuador. *Revista Tecnológica ESPOL* 18 (1): 173-180.
- Griliches, Zvi (1967). More on CES Production Functions. *The Review of Economics and Statistics* 49 (4): 608-610.
- Harberger, Arnold C. (1962). The Incidence of the Corporation Income Tax. *Journal of Political Economy* 70 (3): 215-240.
- Hertel, Thomas, David Hummels, Maros Ivanic y Roman Keeney (2007). How confident can we be of CGE-based assessments of Free Trade Agreements? *Economic Modelling* 24 (4): 611-635.
- Hussein, Khaled A. and A. P. Thirlwall (1999). Explaining Differences in the Domestic Savings Ratio across Countries: A Panel Data Study. Studies in Economics 9904. Department of Economics, University of Kent.
- INDEC (2009). Censo Nacional Económico 2004/2005. Síntesis Metodológica. Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- INDEC (2010). Obreros Ocupados, Horas Trabajadas y Salario por Obrero en la Industria Manufacturera. Encuesta Industrial Mensual. Informes de Prensa. Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Intriligator, Michael D., Ronald G. Bodkin y Cheng Hsiao (1996). *Econometric Models, Techniques, and Applications*. New Jersey, USA: Prentice-Hall.



- Katz, Jorge M. (1969). *Production Functions, Foreign Investment and Growth*. Londres, North-Holland Publishing Company.
- Kozak, Eduardo (1991). Estimaciones de Funciones de Engel para Electricidad Residencial. *Económica XXXVII* (1-2): 45-67.
- Lema, Daniel, Miriam Berges, Víctor Brescia, Karina Casellas (2007). *Econometric Estimation of Food Demand Elasticities from Household Surveys in Argentina, Bolivia And Paraguay*. Asociación Argentina de Economía Agraria.
- Leser, C. E. V. (1963). Forms of Engel functions. *Econometrica* 31 (4): 694–703.
- Lewbel, Arthur (2006). Entry for the *New Palgrave Dictionary of Economics*, 2nd Edition. Boston College.
- Lozano Karanauskas, Carolina (2004). Elasticidades de Sustitución Armington para Colombia. *Archivos de Economía* 271.
- Marchionni, Mariana, Walter Sosa Escudero y Javier Alejo (2008). La Incidencia Distributiva del Acceso, Gasto y Consumo de los Servicios Públicos. En Navajas, Fernando (ed.). *Tarifa Social en los Sectores de Infraestructura en la Argentina*. Temas. Buenos Aires. 2008.
- McDaniel, Christine A. y Edward J. Balistreri (2003). A Review of Armington Trade Substitution Elasticities. *Économie Internationale* 94-95: 301-314.
- McDonald, John F. y Robert A. Moffitt (1980). The Uses of Tobit Analysis. *The Review of Economics and Statistics* 62 (2): 318-321.
- McKittrick, R. Ross (1998). The Econometric Critique of Computable General Equilibrium Modeling: The Role of Parameter Estimation. *Economic Modeling* 15: 543-573.
- Moroney John R. (1972). *The Structure of Production in American Manufacturing*. University of North Carolina Press Enduring Editions (October 14, 2009).
- Moulton, Brent R. (1986). Random Group Effects and the Precision of Regression Estimates. *Journal of Econometrics* 32 (3): 385-397.

- Narayanan, Badri G. y Terrie L. Walmsley (eds.) (2008). *Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 7 Data Base*. Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- Nijkamp, Peter y Jacques Poot (2005). The Last Word on the Wage Curve? A Meta-Analytic Assessment. *Journal of Economic Surveys* 19 (3): 421-450.
- Powell, Alan A. y F. H. G. Gruen (1968). The Constant Elasticity of Transformation Production Frontier and Linear Supply System. *International Economic Review* 9 (3): 315-328.
- Ramos, Raul, Juan C. Duque y Jordi Surinach (2009). Is the Wage Curve Formal or Informal? Evidence for Colombia. *IZA Discussion Paper Series* 4461.
- Working, H. 1943. Statistical Laws of Family Expenditure. *Journal of the American Statistical Association* 33: 43-56.
- Young, Andrew T. (2010). US Elasticities of Substitution and Factor-Augmentation at the Industry Level. Working Paper 10-06. Department of Economics, West Virginia University.
- Zarembka, Paul (1970). On the Empirical Relevance of the CES Production Function. *The Review of Economics and Statistics* 52 (1): 47-53.

# **CAPITULO 5**

## **SIMULACIONES DE EQUILIBRIO GENERAL PARA ARGENTINA**

Martín Cicowiez

En este capítulo se utiliza el modelo presentado en el Capítulo 2 junto con los datos para su calibración (ver Capítulo 3 para la matriz de contabilidad social y Capítulo 4 para las elasticidades) para evaluar el impacto de equilibrio general de distintos shocks – tanto de política como externos - que afectan a la economía argentina. Como se discutió en el Capítulo 1, la utilidad de los modelos computacionales de equilibrio general está en permitir el análisis consistente de diversos escenarios contrafácticos. En nuestro caso, los escenarios que se simulan tienen entre sus objetivos ilustrar la utilidad del modelo desarrollado para la evaluación de cuestiones concretas que impactan sobre la Argentina.

En primer lugar, el modelo se utiliza de la manera más usual; se modifica el valor de alguna(s) variable(s) exógena(s), se re-computa la solución del modelo, y se obtienen resultados a partir de la comparación con el escenario de referencia. El modelo de CGE se complementa con microsimulaciones a fin de obtener resultados sobre la distribución del ingreso, tanto en términos de pobreza como de desigualdad (ver Capítulo 6). En particular, simulamos (1) un shock externo negativo donde cae la demanda mundial de los principales productos de exportación de la Argentina, (2) mejoras sostenidas en los precios de las exportaciones agroalimenticias - en línea con el aumento registrado durante los últimos años, (3) imposición de restricciones cuantitativas a las exportaciones agrícolas, (4) incrementos en las transferencias desde el gobierno hacia las familias, y (5) un incremento del consumo público corriente.

En segundo lugar, el modelo puede utilizarse para optimizar una función de política; es decir, se plantea una función objetivo que luego se optimiza empleando como variables de elección distintos instrumentos de política disponibles en el modelo.

En general, la literatura que utiliza modelos de CGE enfatiza que los resultados deben interpretarse en términos de magnitudes relativas, no tanto en términos de resultados absolutos; esto por cuanto los resultados dependen en gran medida de la información empleada para la calibración del modelo (ver Kehoe (2005)). En este capítulo, además de las estimaciones puntuales del impacto de los distintos shocks, se proveen intervalos de confianza construidos a partir de realizar un cuidadoso análisis de sensibilidad.

El resto del capítulo se organiza de la siguiente manera. En la Sección 2 se describe el procedimiento utilizado para la generación del escenario de referencia. La Sección 3 utiliza el modelo para simular algunos shocks relevantes para la economía de Argentina. La Sección 4 presenta resultados del análisis de sensibilidad de los resultados con respecto al valor de los parámetros libres del modelo. En la Sección 5 se realizan algunos ejercicios en los que se utiliza el modelo para determinar la respuesta de política óptima, dada una determinada función objetivo para el hacedor de política. La Sección 6 concluye.

## **2. MODELO**

### ***CALIBRACION***

En pocas palabras, el proceso de calibración consiste en inferir el valor de los parámetros del modelo (típicamente, los parámetros de distribución y escala de las funciones de oferta y demanda) a partir de una solución conocida del modelo (ver Capítulo 2). En el contexto de un modelo dinámico, es necesario generar un escenario de referencia que se utiliza como punto de comparación o “benchmark” para los demás escenarios que se simulan. La generación del escenario de base requiere, además, determinar cómo evolucionarán ciertas variables en cada período de resolución del modelo. Así, la calibración del modelo se realizó combinando (1) la SAM para el año 2006 presentada en el Capítulo 3, (2) las elasticidades estimadas en el Capítulo 4, y (3) otra información complementaria que se describe más abajo.

Las elasticidades que se utilizaron para la calibración del modelo se muestran en el Apéndice (ver Tablas A.1-A.3), donde junto con cada elasticidad se muestra el desvío estándar que arrojó la estimación econométrica. Como se observa, en los sectores donde

la información disponible no permitió la estimación econométrica a nivel desagregado, se utilizan los valores correspondientes a sectores más amplios; por ejemplo, la elasticidad-gasto de la demanda de Alimentos y bebidas se asigna a varios productos alimenticios como Cereales, Otros primarios, Oleaginosas, etc.

El modelo se resuelve para el período 2006-2015 al tiempo que la calibración dinámica del modelo (i.e., la generación del escenario de referencia) se realiza imponiendo una tasa de crecimiento al PBI a costo de factores. En el período 2006-2009 se impone la tasa de crecimiento que reportan las cuentas nacionales. En cambio, para 2010-2015 se utilizan estimaciones del World Economic Outlook del FMI. Como se describe en el Capítulo 2, el ejercicio de calibración dinámica se realiza haciendo endógena la productividad total de los factores (TFP; del inglés, total factor productivity). En los demás escenarios, la tasa de crecimiento del PBI es endógena al tiempo que el componente exógeno de la TFP se mantiene en los niveles calculados para el escenario de base.<sup>65</sup> Por su parte, la tasa de crecimiento poblacional se obtiene directamente del INDEC.

En cuanto a la regla de cierre macroeconómico, se asume lo siguiente. El consumo público como proporción del PBI se mantiene en los valores observados para el período 2006-2009; para el resto del período de simulación, se mantiene constante en 12,6 puntos porcentuales del PBI, valor promedio para el período 2003-2009. El modelo asume que la inversión se ajusta hasta equilibrarse con el ahorro total disponible, tanto doméstico como externo. El saldo de la cuenta corriente de la balanza de pagos se asume constante como proporción del PBI, siendo el tipo de cambio real la variable que ajusta para equilibrar entradas y salidas de divisas. En resumen, se trata de construir un

---

<sup>65</sup> Alternativamente, la calibración dinámica del modelo (i.e., la generación del escenario de referencia) se realizó asumiendo que la economía se encuentra en una senda de crecimiento balanceado, donde los precios relativos no se modifican al tiempo que las cantidades crecen todas a una tasa constante. Naturalmente, el escenario de crecimiento balanceado no es realista; sin embargo, es útil tanto como referencia como así también para comprobar la consistencia del modelo. En nuestro caso, se asume que la economía argentina crece al 3.8% anual durante 2006-2015; este valor es equivalente al crecimiento promedio del período 2006-2015 – empleando estimaciones del FMI para el período 2010-2015. Los resultados con esta especificación alternativa se presentan en un apéndice. En términos generales, el signo de los resultados no se modifica cuando se utiliza la calibración dinámica alternativa.

escenario de referencia que aproxime el comportamiento de la economía durante 2006-2009, asumiendo luego (i.e., 2010-2015) un crecimiento relativamente equilibrado de los distintos agregados macroeconómicos.

Se supone, además, que el trabajo es imperfectamente móvil entre sectores urbanos y rurales (i.e., agricultura). Es decir, el trabajo puede migrar entre sectores pero existen dos segmentos en el mercado laboral, el urbano y el rural. Así, el modelo distingue entre desempleo asociado a áreas urbanas y aquel asociado a áreas rurales, aunque las áreas se definen de acuerdo a las actividades productivas. La elasticidad de transformación que mide la facilidad con que cada categoría de trabajo puede desplazarse entre actividades urbanas y rurales se asume igual a 0,5, reflejando que se trata de un modelo donde cada período corresponde a un período relativamente corto.

La existencia de desempleo se modela mediante una curva de salarios, que asume una relación negativa entre nivel de desempleo y nivel de salario.<sup>66</sup> Las tasas de desempleo urbano para 2006 por categoría de trabajo se estimaron a partir de información de la EPH. Las tasas de desempleo rural se estimaron combinando información de la EPH con datos tomados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2001. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla A.3 del Apéndice. Para el factor capital, se asume que – una vez instalado - es específico de cada sector productivo. En cambio, al momento de asignar la inversión entre sectores, existe perfecta movilidad intersectorial del nuevo capital. La tasa de depreciación del capital físico se asume igual a 6% anual para todos los sectores, en base a estimaciones de Coremberg (2009). La tierra y los recursos del subsuelo sólo son utilizados por los sectores agrícolas y mineros, respectivamente. Por su parte, la oferta de trabajo crece de acuerdo con estimaciones para la evolución de la población económicamente activa elaborados por el INDEC.

### **3. SIMULACIONES**

En esta sección se describen los escenarios que se simulan para luego pasar al análisis de sus resultados. En el Capítulo 3 se describe la estructura de la economía argentina tal como aparece reflejada en la SAM. Como veremos, dicha información resulta de

---

<sup>66</sup> Dicha relación puede derivarse, entre otros, de un modelo con salarios de eficiencia (ver Capítulo 2).

utilidad al momento de interpretar los resultados que arrojan las simulaciones de equilibrio general computado.

## **ESCENARIOS**

Los escenarios que se simulan buscan evaluar la sensibilidad de la economía argentina a cambios tanto de política como externos. Además, nos sirven para ilustrar el funcionamiento del modelo expuesto anteriormente. La atención se concentra en los impactos sobre variables macroeconómicas, estructura sectorial, y distribución del ingreso.

En primer lugar, nos interesa estudiar la sensibilidad de la economía argentina ante cambios en las condiciones de venta externa de sus principales productos de exportación. En general, distintos estudios coinciden en que durante la próxima década los precios de los productos agrícolas serán relativamente altos (ver OECD (2010); World Bank (2010); IMF (2010)). Al mismo tiempo, se espera cierta volatilidad en el precio mundial de las materias primas. El escenario **wpeagr1** simula un aumento de 25% durante el período 2010-2015 en el precio mundial de los productos agroalimenticios que la Argentina exporta – específicamente, se modifican los precios de los siguientes productos identificados en la SAM: Cereales, Oleaginosas, Ganadería, Carne, Alimentos procesados y Aceites. Por su parte, el escenario **wpeagr2** es similar al anterior pero con el signo del shock cambiado; es decir, se simula una caída de 25% en el precio mundial de los productos agroalimenticios que la Argentina exporta durante el período 2010-2015. En este grupo de escenarios se asume que el ahorro público es la variable que se ajusta de manera endógena para equilibrar el presupuesto del gobierno. En consecuencia, tanto las tasas impositivas como el consumo del gobierno – tanto corriente como de capital - evolucionan de manera exógena; en particular, sus valores se mantienen en los del escenario de referencia. Así, una caída del ahorro nacional (por ejemplo, por un aumento del déficit público) se traducirá en menor inversión privada.

En segundo lugar, se cuantifica el impacto que tiene la imposición de restricciones cuantitativas a las exportaciones (escenario **qeagr**). Con dicho objetivo, se simula un escenario donde se impone como restricción que el volumen exportado de productos agroalimenticios durante el período 2010-2015 no supere el valor alcanzado en el año 2009 del escenario base. En este caso, se busca evaluar el impacto de las políticas de

restricción de las exportaciones agropecuarias impuestas recientemente en la Argentina. La renta que genera la cuota de exportación se asigna completamente al gobierno, que la emplea para incrementar su consumo corriente.

En tercer lugar, se estiman los impactos macroeconómicos de un incremento de 10% en las transferencias a los hogares (escenario hhdtr). Alternativamente, las transferencias desde el gobierno hacia los hogares son, en promedio, poco más de un punto porcentual del PBI más elevadas que en el escenario base. Con este escenario se busca aproximar los impactos directos e indirectos que tiene, por ejemplo, un programa de transferencias como la asignación universal por hijo. El mecanismo de financiamiento seleccionado es a través del endeudamiento doméstico.

Por último, se simula un incremento del gasto público corriente de 20% financiado con incrementos de impuestos directos (escenario **govcon**), de manera tal de mantener constante en los valores del escenario de referencia el ahorro público como proporción del producto. El incremento se aplica respecto de los valores del escenario de referencia durante el período 2010-2015; es equivalente a un incremento de 3 puntos porcentuales en la participación del consumo público en el producto, algo inferior al cambio registrado en los últimos cinco años.

El primer grupo de escenarios corresponde a un shock externo. En cambio, el resto de los escenarios corresponden a shocks de política. Ciertamente, los escenarios presentados no agotan las posibilidades que ofrece el modelo elaborado, pero sirven para ilustrar su funcionamiento. A priori, es esperable que los escenarios que se evalúan generen efectos de equilibrio general. Por ejemplo, un incremento en el precio mundial de las exportaciones agrícolas impactará directamente sobre los exportadores e indirectamente sobre consumidores, gobierno, mercados factoriales, entre otras variables.

## **RESULTADOS**

Como se mencionó, en el escenario de referencia se impone una tasa de crecimiento al PBI al tiempo que los demás agregados macroeconómicos crecen de manera balanceada, en torno al 4,2% anual para el período 2006-2015 (ver Tabla 3.1). Como resultado, la economía que genera el modelo para el año 2009 es similar a la que registran las cuentas nacionales para ese mismo año. Así, la tasa de desempleo cae



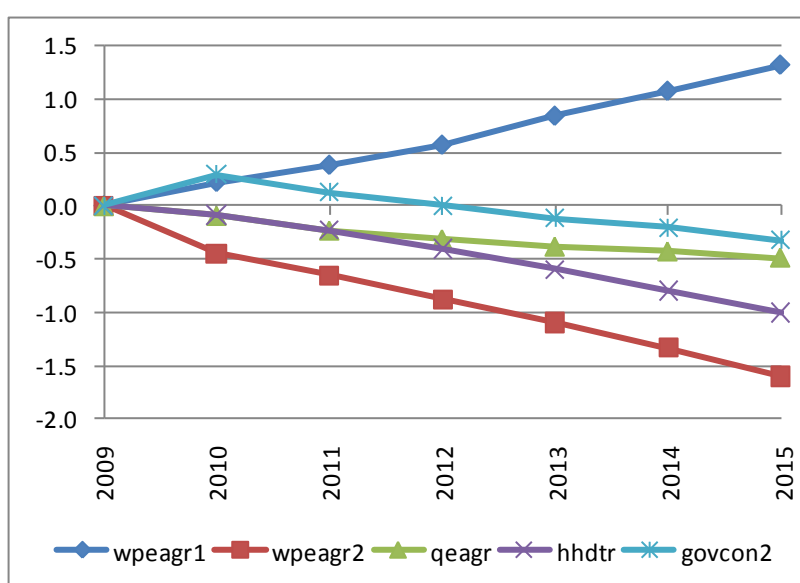
durante todo el período, dado un crecimiento de la oferta laboral inferior al crecimiento del PBI medido a costo de factores. La menor tasa de desempleo trae aparejada una mejora de los salarios reales, consecuencia de utilizar una curva de salarios para modelar los mercados laborales. El tipo de cambio real casi no se modifica, consistente con el supuesto de que el ahorro del resto del mundo (i.e., el negativo del saldo de la cuenta corriente de la balanza de pagos) - expresado como proporción del PIB - sigue una evolución exógena estable. A nivel fiscal, las distintas variables permanecen relativamente sin cambios cuando se las expresa como proporción del producto.

En las simulaciones, se modifica la regla de cierre para el sector externo; en particular, se mantiene en los valores del escenario base el saldo de la cuenta corriente de la balanza de pagos expresado en moneda del resto del mundo, a la vez que el tipo de cambio real continúa siendo la variable que equilibra entradas y salidas de divisas. En cambio, no se modifica la regla de cierre para igualar ahorro e inversión al tiempo que el presupuesto público se equilibra de una u otra manera según la simulación que se realice.

A continuación, se presentan resultados para indicadores agregados, variables fiscales, mercado laboral, y volúmenes de producción, exportación e importación sectorial. Los resultados distributivos se obtienen en el Capítulo 6. El Gráfico 3.1 muestra la evolución del PBI real a costo de factores en cada uno de los escenarios simulados; los resultados se muestran como desvíos porcentuales respecto de los valores del escenario base. Como se observa (ver escenario *wpagr1*), el aumento del precio mundial de los productos agroalimenticios impacta positivamente sobre la tasa de crecimiento del PBI real de la Argentina; la tasa de crecimiento del PBI real a costo de factores es 0,2 puntos porcentuales más elevada durante el período 2010-2015 que en el escenario base. El incremento del precio mundial de los productos agrícolas es absorbido, en gran medida, por el factor tierra, cuya remuneración se incrementa en 35% – en promedio para el período 2010-2015 respecto del escenario base. Al mismo tiempo, parte del aumento en los valores exportados se transfiere al gobierno por medio de los impuestos que impone sobre las exportaciones – relativamente más altos en el caso de productos agrícolas. Así, dado que se asume que las tasas impositivas y el consumo público no varían respecto del escenario base, se incrementa el ahorro del gobierno. Al incrementarse el ahorro disponible en la economía, la inversión privada aumenta – cabe recordar que la

inversión pública evoluciona de forma exógena. Luego, el stock de capital más grande posibilita un incremento del PBI (ver Tabla 3.1). La entrada de divisas que genera el incremento del precio mundial de los agroalimentos se compensa con una apreciación del tipo de cambio real, que aumenta las importaciones a fin de cumplir con la restricción de saldo de cuenta corriente de la balanza de pagos exógeno. Como veremos, la apreciación del tipo de cambio real tiene un impacto negativo sobre los sectores no agrícolas de la economía.

*Gráfico 3.1: Evolución del PBI  
(desvío porcentual respecto de la base; anual 2009-2015)*



*Tabla 3.1: Resultados macroeconómicos  
(tasa de crecimiento anual promedio para 2006-2015; en porcentaje)*

Indicador	base LCU	base	wpeagr1	wpeagr2	qeagr	hhdr	govcon2
Consumo privado	382,645	4.4	4.7	4.1	4.0	4.5	3.9
Inversión	151,535	3.8	4.8	2.8	3.6	3.1	3.5
Variación existencias	-2,124	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Consumo gobierno	80,669	4.7	4.7	4.7	6.1	4.7	6.8
Exportaciones	161,566	4.0	3.9	3.9	3.4	3.8	3.7
Importaciones	125,560	4.0	5.1	2.9	3.4	3.8	3.6
PIB precios mercado	648,731	4.3	4.5	4.0	4.2	4.2	4.2
Impuestos indirectos	108,946	4.2	4.5	3.8	3.8	4.0	3.9
PIB costo factores	539,784	4.3	4.5	4.1	4.3	4.2	4.3
Tipo de cambio real	1	0.3	-0.6	1.1	0.6	0.2	0.2
LCU = millones de pesos.							
Fuente: Elaboración propia.							

El caso de una reducción del precio mundial de agroalimentos es simétrico pero con el signo opuesto. Sin embargo, sirve para ilustrar las no linealidades que captura el modelo. Por ejemplo, la tasa de crecimiento promedio anual del PBI real se reduce en 0,3 puntos porcentuales de promedio anual para 2009-2015 (ver Gráfico 3.1). Así, la caída del nivel de actividad conlleva un aumento del desempleo, particularmente en los sectores agrícolas – la tasa de desempleo de la “región” rural (i.e., las actividades agrícolas) crece en 2.8-4.2 puntos porcentuales según la categoría ocupacional que se considere (ver Tabla 3.2). La caída de las exportaciones genera una depreciación del tipo de cambio real, necesaria para restablecer el equilibrio externo de la economía; las importaciones crecen más lento que en el escenario base (ver Tabla 3.1).

La imposición de restricciones a las exportaciones tiene efectos negativos sobre la economía en su conjunto. Como veremos, los sectores directamente afectados limitan sus exportaciones, provocando una depreciación del tipo de cambio real; esto, a su vez, tiene un impacto positivo sobre el resto de los sectores transables. La renta que genera la cuota posibilita una expansión del gasto público que acelera su crecimiento en 1,1 puntos porcentuales de promedio anual para el período 2009-2015. La caída de las exportaciones impacta sobre los hogares a través de un aumento en la tasa de desempleo, tanto en áreas urbanas como rurales, pero especialmente en las últimas (ver Tabla 3.3). Es interesante mencionar que los resultados de este escenario son particularmente sensibles a la regla de cierre que se utiliza para equilibrar el presupuesto del gobierno.

El escenario de incremento de transferencias hacia los hogares (hhdtr) tiene un impacto negativo sobre la tasa de crecimiento de la economía, que se reduce en 0,2 puntos porcentuales para el período 2009-2015. El impacto positivo que tiene la transferencia sobre el consumo de los hogares se ve más que compensado por la caída de la inversión que se genera a raíz de un efecto desplazamiento; la financiación vía endeudamiento doméstico hace disminuir el ahorro disponible para financiar la inversión privada – cabe recordar que la inversión pública es una variable de política. Por lo tanto, el stock de capital se reduce, impactando negativamente sobre el producto.

El escenario de incremento del consumo del gobierno tiene efectos diferentes a corto y largo plazo (ver Gráfico 3.1). En el primer caso, se observa un efecto positivo sobre el PBI real generado por el incremento de la demanda final. Luego, dado que el gasto

público más elevado se financia con impuestos directos, cae el ahorro disponible para financiar a la inversión privada. Alternativamente, el incremento del déficit fiscal genera un efecto desplazamiento de la inversión privada. La apreciación resultante del tipo de cambio real afecta negativamente a los exportadores, lo que trae aparejado, a su vez, una caída de las importaciones.

En términos fiscales, los resultados se muestran en la Tabla 3.2. Como era esperable, los escenarios wpagr1 y wpagr2 hacen aumentar y disminuir el superávit fiscal en 2015, respectivamente. La caída del ahorro público en el escenario hhdtr alcanza 1,3 puntos porcentuales del PBI, que como vimos anteriormente genera un efecto desplazamiento sobre la inversión privada. En general, no se obtienen otros cambios de importancia cuando los indicadores fiscales se expresan como proporción del producto bruto interno.

*Tabla 3.2: Resultados fiscales  
(como proporción del PBI; en porcentaje)*

Indicador	2006	2015 (año final)					
		base	wpeagr1	wpeagr2	qeagr	hhdtr	govcon2
Ahorro público	5.1	5.0	5.6	4.3	5.0	3.7	5.0
Consumo público	12.4	12.5	12.3	12.7	14.4	12.6	15.6
Recaudación tributaria	28.6	28.6	28.6	28.6	28.1	28.7	31.8
Imp. exportaciones	2.2	2.0	2.0	2.2	1.8	1.9	2.0
Aranceles	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Imp. valor agregado	7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.4	7.6
Imp. productos	6.3	6.4	6.4	6.3	6.4	6.3	6.4
Imp. directos	6.6	6.6	6.6	6.5	6.6	6.4	6.7
Imp. factores	5.3	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3	5.2

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó, el modelo identifica los segmentos urbano y rural del mercado laboral. Así, los cambios en el desempleo pueden variar entre dichos segmentos. De hecho, el incremento en el precio mundial de los productos agrícolas afecta proporcionalmente más a los sectores rurales, aunque la caída en la tasa de desempleo también se observa en las áreas urbanas (ver escenario wpeagr1). Por su parte, el incremento del consumo público impacta negativamente más sobre el empleo rural que sobre el empleo urbano (ver escenario govcon), debido a que el consumo público está concentrado en bienes que consideramos “urbanos” – sólo los sectores agrícolas primarios forman parte del segmento rural del mercado laboral. Los resultados

diferenciales sobre la tasa de desempleo urbano/rural son importantes al momento de evaluar los efectos distributivos del cambio en el caso de la Argentina, donde la encuesta de hogares disponible sólo captura las áreas urbanas del país.

*Tabla 3.3: Tasa de desempleo  
(en porcentaje)*

Factor	2006	2015 (año final)					
		base	wpeagr1	wpeagr2	qeagr	hhdr	govcon2
<b>Urbano</b>							
Trabajo asalariado, no calif	9.3	2.2	1.6	3.0	2.5	2.6	2.0
Trabajo asalariado, semicalif	9.1	2.1	1.6	2.8	2.0	2.4	1.4
Trabajo asalariado, calif	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trabajo no asalariado, no calif	9.3	2.4	1.6	3.7	4.1	3.0	3.4
Trabajo no asalariado, semicalif	9.1	2.2	1.5	3.3	3.7	2.7	3.1
Trabajo no asalariado, calif	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Rural</b>							
Trabajo asalariado, no calif	6.3	1.5	0.3	5.1	8.1	1.8	1.8
Trabajo asalariado, semicalif	6.2	1.5	0.4	4.8	7.4	1.6	1.4
Trabajo asalariado, calif	3.6	0.0	0.0	1.7	3.7	0.0	0.0
Trabajo no asalariado, no calif	6.3	2.0	0.5	6.1	10.6	2.3	2.7
Trabajo no asalariado, semicalif	6.2	1.8	0.4	5.9	10.4	2.1	2.6
Trabajo no asalariado, calif	3.6	0.0	0.0	2.8	7.8	0.0	0.0
<b>Total</b>							
Trabajo asalariado, no calif	9.1	2.1	1.5	3.2	2.8	2.6	2.0
Trabajo asalariado, semicalif	9.0	2.1	1.6	2.9	2.2	2.4	1.4
Trabajo asalariado, calif	5.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
Trabajo no asalariado, no calif	9.1	2.4	1.5	3.8	4.5	3.0	3.3
Trabajo no asalariado, semicalif	8.9	2.2	1.4	3.5	4.2	2.6	3.0
Trabajo no asalariado, calif	5.1	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0
Fuente: Elaboración propia.							

A fin de facilitar la presentación, los resultados sectoriales se exponen agregados al nivel de siete sectores: Agricultura, Otros primarios, Alimentos, Otras manufacturas, Servicios públicos, Construcción, y Otros servicios. Los resultados para la desagregación sectorial completa se muestran en el Apéndice. El escenario wpeagr1 impacta positivamente sobre los sectores agroindustriales. Así, las actividades del agro y agroindustriales incrementan sus tasas de crecimiento en 0,4 y 0,7 puntos porcentuales de promedio anual, respectivamente. En el segundo caso, cabe hacer notar que la elasticidad-precio de la oferta no está limitada por la existencia de un factor fijo como la tierra; en particular, se incrementan las importaciones de materias primas para procesar

domésticamente. Como consecuencia, se obtiene un incremento en el valor agregado de las exportaciones agroindustriales. En cambio, para los demás sectores manufactureros se observan caídas de las cantidades exportadas, reflejando los efectos de la apreciación del tipo de cambio real. De hecho, las importaciones de manufacturas de origen industrial se incrementan en un punto porcentual de promedio anual. Por el lado del consumo, el incremento mencionado anteriormente se concentra en manufacturas de origen industrial. El precio doméstico de los productos alimenticios es, en promedio, más elevado que en el escenario de referencia.

En términos sectoriales, el escenario `wpeagr2` arroja como resultado una caída del producto agrícola combinada con un incremento del producto no agrícola, esperable a la luz del cambio en precios relativos generado por la caída del precio mundial de los productos agroindustriales. Los recursos económicos que liberan las actividades agrícolas se mueven, al menos en parte - notar que aumenta el desempleo -, hacia los sectores no agrícolas. Como consecuencia, se produce un aumento de las exportaciones de manufacturas de origen industrial inducido, además, por la depreciación del tipo de cambio real (ver más arriba). Por su parte, la tasa de crecimiento para el volumen de las exportaciones agrícolas se reduce en 0,6 puntos porcentuales aproximadamente. Se obtiene, además, una disminución importante en la remuneración al factor tierra que, por ser el factor fijo, absorbe gran parte de la pérdida. Por su parte, los salarios se reducen como consecuencia de un aumento en el nivel de desempleo. En el escenario `qeagr` se obtienen resultados sectoriales cualitativamente similares la anterior, dado que el cambio en precios relativos va en la misma dirección.

A nivel sectorial, el escenario de transferencias a los hogares (ver escenario `hhdr`) muestra una caída en los niveles de producción del sector de construcción, explicada por la menor inversión. Además, se obtiene una caída relativamente importante de las exportaciones de manufacturas de origen industrial, explicada por la apreciación del tipo de cambio real.

En el escenario `govcon`, los sectores que incrementan su producción son, por construcción, los asociados con la administración pública; en los demás casos, se obtienen caídas de los niveles de producción. La apreciación del tipo de cambio real que genera el incremento de la demanda doméstica afecta negativamente a los demás

sectores de la economía. Así, caen las exportaciones de todos los sectores de manufactureros.

*Tabla 3.4: Resultados sectoriales  
(tasa de crecimiento anual promedio para 2006-2015; en porcentaje)*

Sector	base LCU	base	wpeagr1	wpeagr2	qeagr	hhdr	govcon2
<i>Valor agregado</i>							
Agricultura	363.3	5.6	6.0	5.0	4.4	5.6	5.5
Otros primarios	293.6	4.8	4.8	4.9	5.7	4.7	4.6
Alimentos	300.1	3.3	4.0	2.4	2.1	3.4	3.2
Otras manufacturas	750.4	4.2	4.1	4.2	4.2	3.9	3.8
Servicios públicos	242.7	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	4.0
Construcción	425.5	3.6	4.4	2.8	3.5	3.0	3.4
Otros servicios	3,022.2	4.1	4.2	4.0	4.2	4.1	4.2
<i>Exportaciones</i>							
Agricultura	155.8	2.6	2.8	2.2	0.7	2.6	2.7
Otros primarios	189.2	1.2	1.1	1.0	1.1	1.3	1.3
Alimentos	435.9	4.0	5.6	1.7	1.6	4.0	3.9
Otras manufacturas	649.7	5.0	4.3	5.6	5.3	4.7	4.5
Servicios públicos	31.3	6.3	4.7	7.7	7.0	5.9	5.7
Construcción	1.3	5.1	4.4	5.7	5.7	4.4	4.8
Otros servicios	152.5	5.7	3.7	7.7	6.5	5.5	5.3
<i>Importaciones</i>							
Agricultura	7.1	5.8	8.4	3.0	3.6	5.8	5.4
Otros primarios	52.8	6.1	6.4	5.8	5.9	5.7	5.6
Alimentos	18.2	4.7	6.0	3.7	4.6	4.9	4.4
Otras manufacturas	975.5	4.2	5.2	3.2	3.7	3.9	3.8
Servicios públicos	15.6	3.6	5.4	2.1	2.7	3.9	3.4
Construcción	1.0	3.3	5.6	1.2	2.5	2.8	3.1
Otros servicios	185.4	3.7	5.5	2.1	2.8	3.9	3.6
LCU = millones de pesos.							
Fuente: Elaboración propia.							

## 4. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Los resultados de un modelo de CGE como el aquí utilizado son función de (1) la estructura del modelo (e.g., las formas funcionales utilizadas, la regla de cierre macroeconómico seleccionada, etc.), (2) la información del año base utilizada en la calibración, y (3) el valor que se asigna a las elasticidades o, de manera más general, “parámetros libres” del modelo.

Ciertamente, las elasticidades utilizadas en este estudio llevan implícito un margen de error, al igual que en cualquier otro modelo similar. A modo de solución, se realiza un cuidadoso análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos con respecto al valor que se asigna a las elasticidades del modelo. Así, en la medida que las conclusiones del análisis sean robustas a cambios en el conjunto de elasticidades empleadas para la calibración, tendremos un grado más elevado de confianza en los resultados que arrojaron nuestras estimaciones de CGE.

En nuestro caso, contamos con la estimación puntual y el error estándar de cada una de las elasticidades estimadas econométricamente. Con esta información, se implementó la metodología propuesta originalmente por Harrison y Vinod (1992), que permite realizar un análisis de sensibilidad sistemático. En pocas palabras, se trata de evaluar los resultados del modelo para distintos conjuntos de elasticidades. Así, se obtiene una distribución de resultados que permite construir intervalos de confianza para cada uno de los resultados que se generan. La característica distintiva del ejercicio que aquí se realiza radica en la utilización de estimaciones econométricas propias como punto de partida para el análisis de sensibilidad. En particular, para cada elasticidad se utilizan intervalos de confianza centrados en los valores estimados en el Capítulo 4. En los casos donde no se cuenta con una estimación econométrica propia, se asume una distribución triangular para las elasticidades, con la moda en el valor utilizado para las simulaciones, y los valores mínimo y máximo calculados a partir de restar y sumar el 50% del valor central, respectivamente. La metodología para realizar el análisis de sensibilidad implementado se describe a continuación.

ETAPA 1. En primer lugar, se determina la distribución que sigue cada uno de los parámetros del modelo que se modifican como parte del análisis de sensibilidad: elasticidades de sustitución entre trabajo y capital, elasticidades relacionadas con el comercio, elasticidades-gasto, elasticidades-desempleo de las curvas de salarios, y elasticidades de transformación entre actividades urbanas y rurales. En segundo lugar, se eligen cinco puntos equiprobables para cada una de dichas elasticidades.

ETAPA 2. En la segunda etapa, el modelo se resuelve repetidas veces, empleando cada vez un conjunto distinto de elasticidades; se trata, en consecuencia, de una simulación tipo “Monte Carlo”. En primer lugar, se elige aleatoriamente uno de los cinco valores que puede tomar cada elasticidad. En segundo lugar, se calibra el modelo empleando las



elasticidades seleccionadas. En tercer lugar, se simulan los mismos escenarios contrafácticos que los presentados más arriba. Luego, los pasos anteriores se repiten varias veces - 100 en nuestro caso -, realizando un muestreo con reposición del valor que se asigna a las elasticidades.

En la Tabla 4.1 se muestran, para los agregados macroeconómicos, la tasa de crecimiento estimada con las elasticidades “centrales”, el promedio de las 100 observaciones que genera el análisis de sensibilidad, y los límites superior e inferior calculados empleando la desigualdad de Chebyshev. Las corridas del experimento de Monte Carlo reciben todas la misma ponderación.

Como se observa, los cambios en las tasas de crecimiento reportados más arriba resultan significativos, al tiempo que las estimaciones de la Tabla 3.1 caen dentro del intervalo de confianza reportado. Por ejemplo, existe virtual certeza de que el aumento simulado en el precio mundial de los productos agrícolas tendrá un impacto positivo sobre el nivel de actividad de la economía argentina (ver escenario *wpeagr1*). La misma apreciación puede realizarse para los demás resultados reportados.

*Tabla 4.1: Resultados análisis de sensibilidad  
(tasa de crecimiento anual promedio para 2006-2015; en porcentaje  
intervalo confianza empírico 95%)*

Escenario / Indicador	media	desv. est.	lim-inf	lim-sup
<b>base</b>				
Consumo privado	4.408	0.011	4.359	4.457
Inversión	3.812	0.026	3.696	3.929
Variación existencias	4.319	0.000	4.319	4.319
Consumo gobierno	4.695	0.051	4.468	4.922
Exportaciones	3.969	0.024	3.860	4.078
Importaciones	3.969	0.030	3.835	4.104
PIB precios mercado	4.284	0.003	4.271	4.297
Impuestos indirectos	4.162	0.015	4.096	4.227
PIB costo factores	4.319	0.000	4.319	4.319
<b>wpeagr1</b>				
Consumo privado	4.719	0.021	4.627	4.811
Inversión	4.804	0.030	4.671	4.938
Variación existencias	4.319	0.000	4.319	4.319
Consumo gobierno	4.695	0.051	4.468	4.922
Exportaciones	3.917	0.034	3.765	4.069
Importaciones	5.102	0.051	4.874	5.329
PIB precios mercado	4.466	0.013	4.406	4.526
Impuestos indirectos	4.498	0.026	4.383	4.613
PIB costo factores	4.476	0.012	4.421	4.531
<b>wpeagr2</b>				
Consumo privado	4.072	0.015	4.006	4.137
Inversión	2.721	0.079	2.370	3.073
Variación existencias	4.319	0.000	4.319	4.319
Consumo gobierno	4.695	0.051	4.468	4.922
Exportaciones	3.891	0.042	3.705	4.077
Importaciones	2.880	0.054	2.637	3.123
PIB precios mercado	4.026	0.023	3.923	4.130
Impuestos indirectos	3.771	0.022	3.674	3.867
PIB costo factores	4.122	0.024	4.015	4.229
<b>qeagr</b>				
Consumo privado	4.001	0.010	3.955	4.048
Inversión	3.613	0.028	3.489	3.738
Variación existencias	4.319	0.000	4.319	4.319
Consumo gobierno	6.091	0.056	5.842	6.341
Exportaciones	3.444	0.027	3.321	3.566
Importaciones	3.434	0.033	3.286	3.582
PIB precios mercado	4.163	0.004	4.143	4.183
Impuestos indirectos	3.822	0.011	3.772	3.872
PIB costo factores	4.265	0.004	4.245	4.285

*Tabla 4.1: Resultados análisis de sensibilidad – cont.  
(tasa de crecimiento anual promedio para 2006-2015; en porcentaje  
intervalo confianza empírico 95%)*

Escenario / Indicador	media	desv. est.	lim-inf	lim-sup
hhdtr				
Consumo privado	4.490	0.011	4.442	4.539
Inversión	3.058	0.027	2.938	3.178
Variación existencias	4.319	0.000	4.319	4.319
Consumo gobierno	4.695	0.051	4.468	4.922
Exportaciones	3.803	0.024	3.696	3.911
Importaciones	3.757	0.030	3.624	3.890
PIB precios mercado	4.167	0.004	4.151	4.184
Impuestos indirectos	4.040	0.015	3.972	4.109
PIB costo factores	4.203	0.001	4.197	4.208
govcon2				
Consumo privado	3.921	0.015	3.853	3.989
Inversión	3.507	0.028	3.383	3.631
Variación existencias	4.319	0.000	4.319	4.319
Consumo gobierno	6.837	0.052	6.606	7.069
Exportaciones	3.694	0.022	3.597	3.791
Importaciones	3.657	0.027	3.535	3.778
PIB precios mercado	4.221	0.008	4.185	4.258
Impuestos indirectos	3.940	0.017	3.864	4.017
PIB costo factores	4.286	0.008	4.252	4.320
Fuente: Elaboración propia.				

## 5. OPTIMIZACION DE POLÍTICAS

En esta sección el modelo de CGE se utiliza para determinar la respuesta de política óptima, dados (1) una determinada función objetivo para el hacedor de política, y (2) ciertos instrumentos de política disponibles.<sup>67</sup> En particular, a fin de simplificar, se plantea el objetivo de minimizar una función de pérdida con dos objetivos al tiempo que sólo está disponible una única variable de política.

En el ejercicio, los objetivos de política son (1) el PBI real a costo de factores (i.e., variable  $GDPREALFC_t$ ), y (2) el ahorro del gobierno (i.e., variable  $GSAV_t$ ). Por su parte, el único instrumento que se utiliza en esta aplicación es el consumo público de

<sup>67</sup> La presentación general del problema se realiza en el Capítulo 2.

bienes (i.e., variable  $GADJ_t$ ). Además, se asume, al igual que en algunos escenarios anteriores, que el gobierno equilibra su presupuesto mediante la emisión de deuda; es decir, el ahorro público es endógeno. Los demás elementos de la regla de cierre macro se mantienen inalterados. Analíticamente, el problema puede plantearse como

$$\min L = \sum_t \frac{1}{(1+\nu)^t} \left[ \varphi_1 (x_{1,t} - x_{1,t}^*)^2 + \varphi_2 (x_{2,t} - x_{2,t}^*)^2 \right]$$

s. a.  $F(x, u, z, \mu)$

donde la notación es la misma que la empleada en el Capítulo 2; nuevamente, la restricción representa las ecuaciones de nuestro modelo de CGE.

A diferencia de las secciones anteriores, el escenario de referencia se genera asumiendo que la economía se encuentra en una senda de crecimiento balanceado, con todas las cantidades creciendo a tasas constantes al tiempo que los precios relativos permanecen sin cambios (ver Capítulo 2). Así, se utilizan como valores objetivos para el ahorro del gobierno y el PBI real a costo de factores aquellos registrados en el escenario de referencia. Es decir,

$$x_{1,t} = GDPREALFC_t$$

$$x_{1,t}^* = GDPREALFC_t^* = GDPREALFC_t^0$$

$$x_{2,t} = GSAV_t$$

$$x_{2,t}^* = GSAV_t^* = GSAV_t^0$$

En las simulaciones, se consideran valores alternativos para los parámetros que determinan la importancia de cada objetivo en la función de pérdida que minimiza el hacedor de política. Específicamente, los valores que se consideran para los parámetros  $\varphi_1$  y  $\varphi_2$  son

$$\varphi_1 = \{1; 0,75; 0,5; 0,25; 0\}$$

$$\varphi_2 = 1 - \varphi_1$$

Como vimos, a fin de permitir cambios endógenos en el consumo público, se utiliza la variable  $GADJ_t$ , a la que se permite variar en más o en menos 80% respecto del valor

registrado en el escenario base. Si bien poco realista, este ejercicio ilustra claramente el funcionamiento del modelo cuando se lo utiliza para optimizar la respuesta del política.

En este ejercicio, dada la no linealidad del modelo de CGE que actúa como restricción en el modelo de optimización presentado, no puede asegurarse la unicidad de la solución obtenida. En consecuencia, el problema se solucionó varias veces empleando, en cada una de ellas, distintos valores para inicializar las variables endógenas del modelo. En todos los casos, se obtuvo la misma solución.<sup>68</sup> Además, para facilitar el cómputo, se redujeron las dimensiones del modelo. En particular, los sectores productivos se agruparon en siete (Agricultura, Otros primarios, Alimentos, Otras manufacturas, Servicios públicos, Construcción, Administración pública, y Otros servicios). Asimismo, las seis categorías de trabajo identificadas en la SAM construida se agregaron en una sola.<sup>69</sup>

En primer lugar, a modo de chequeo, el modelo de optimización de corre en ausencia de shocks. En este caso, la solución del modelo replica la obtenida en el escenario de referencia. Es decir, las variables de política elegidas óptimamente toman los mismos valores que los alcanzados en el escenario de referencia. En segundo lugar, se simula una caída de 15% de la productividad agrícola en el período 2010-2015 (ver escenario **tfpagr**); este escenario podría aproximar, por ejemplo, los efectos de una sequía generalizada. Finalmente, se simula el escenario anterior al mismo tiempo que se deja al modelo elegir la política óptima. Los resultados se exponen en la Tabla 5.1 y los paneles (a)-(c) del Gráfico 5.1. Como se mencionó, los ejercicios de optimización se realizaron para valores alternativos de  $\varphi_1$  y  $\varphi_2$ .

---

<sup>68</sup> Se deja para trabajos futuros la implementación de un algoritmo de optimización global.

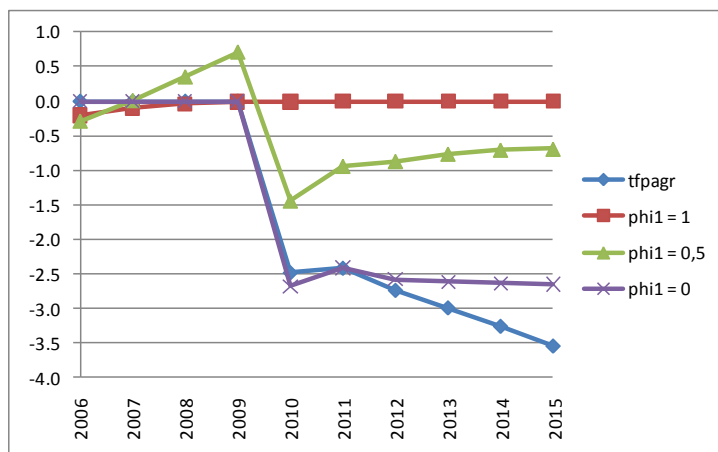
<sup>69</sup> Las elasticidades del modelo se calcularon como promedios de las utilizadas en las secciones anteriores.

Tabla 5.1: Optimización de políticas  
 escenario caída productividad agrícola  
 (desvío porcentual respecto de la base; promedio 2006-2015)

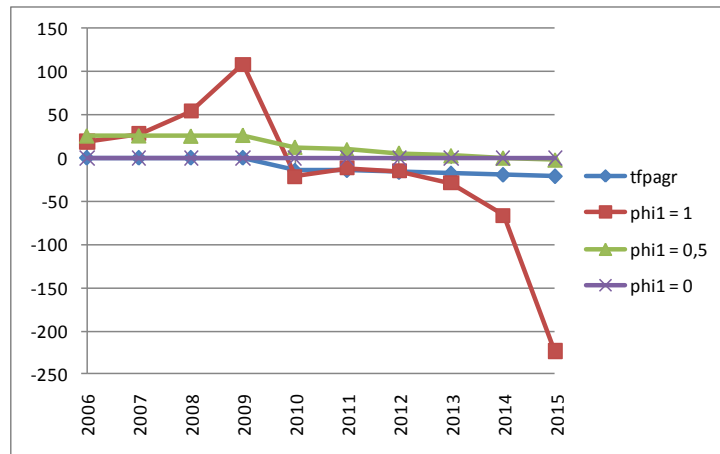
Indicador	tfpagr	$\varphi_1$				
		1	0,75	0,5	0,25	0
<i>Variables objetivo</i>						
PBI costo factores	-1.7	0.0	-0.2	-0.5	-0.9	-1.6
Ahorro público	-10.2	-15.6	16.3	13.1	8.3	0.0
<i>Variables de política</i>						
Consumo gobierno	0.0	4.9	-6.5	-5.9	-4.9	-3.3
Nota: $\varphi_2 = 1 - \varphi_1$						
Fuente: Elaboración propia.						

Gráfico 5.1: Optimización de políticas  
 escenario caída productividad agrícola  
 (desvío porcentual respecto de la base; anual 2006-2015)

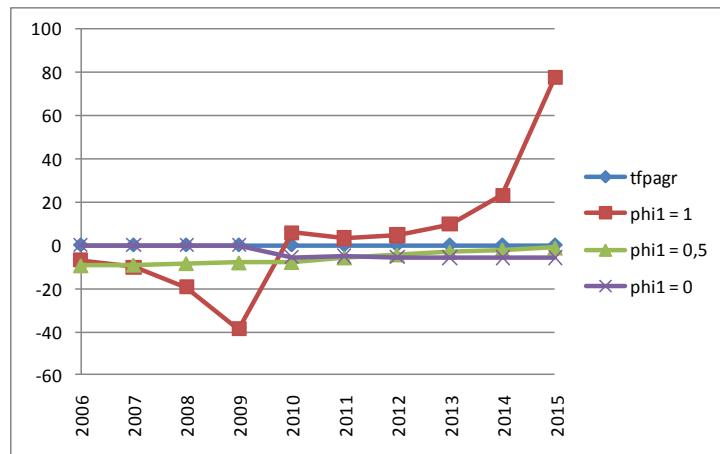
Panel (a): PBI real costo factores



Panel (b): Ahorro público



Panel (c): Consumo gobierno



En ausencia de políticas compensatorias, la reducción de la productividad agrícola impacta negativamente tanto sobre el nivel de actividad como sobre el presupuesto del gobierno. Concretamente, para el período 2010-2015, el PBI real a costo de factores y el ahorro del gobierno son 2,9 y 17 por ciento más bajos que en el escenario de referencia, respectivamente – los valores correspondientes para todo el período (2006-2015) se muestran en la columna **tfpagr** de la Tabla 5.1 (i.e., 1,7 y 10,2, respectivamente).

Como veremos, ante una caída de la productividad agrícola, un aumento del nivel de actividad generado con incrementos del consumo público impacta negativamente sobre el ahorro del gobierno. Inversamente, una caída del consumo público permite incrementar el ahorro del gobierno. En consecuencia, dependiendo de los valores que tomen  $\varphi_1$  y  $\varphi_2$ , tendremos diferentes sendas para el consumo corriente del gobierno.

En primer lugar, se estimó el grado de conflicto entre ambos objetivos de política. Para ello, se resuelve el problema de optimización para cada uno de los objetivos de política por separado. Es decir, haciendo  $\varphi_1=1$  y  $\varphi_2=0$  para determinar el “mejor” valor que puede alcanzarse para el PBI real a costo de factores y el ahorro público, respectivamente. Con  $\varphi_1=1$  ( $\varphi_2=0$ ), en los primeros períodos cae el consumo público a fin de incrementar el ahorro disponible que, a su vez, posibilita un stock de capital más grande los períodos en los que se produce la caída de productividad agrícola. En cambio, durante 2010-2015 el consumo público se incrementa a fin de mantener el nivel de actividad en los valores del escenario de referencia. Naturalmente, la evolución del ahorro público es similar pero en sentido opuesto - sube primero y cae después. Con  $\varphi_1=0$  ( $\varphi_2=1$ ), el consumo público se modifica de manera tal de eliminar el desvío respecto de la meta que genera el shock negativo de caída de la productividad agrícola – comparar con escenario tfpagr. Es interesante notar que la caída del consumo público genera también una mejora respecto del objetivo de crecimiento durante 2011-2015 – comparar escenarios tfpagr y  $\varphi_1=0$  en el panel (a) del Gráfico 5.1. Los demás escenarios muestran situaciones intermedias, donde tanto el PBI real a costo de factores como el ahorro del gobierno se alejan más o menos de sus valores objetivos dependiendo de los valores de  $\varphi_1$  y  $\varphi_2$ .

Los ejercicios presentados en esta sección sirven para ilustrar la utilización de un modelo computacional de equilibrio general como herramienta para evaluar distintas políticas determinadas de manera “óptima” en un marco de consistencia contable. Además, pueden considerarse distintas preferencias para el hacedor de política.

## **6. COMENTARIOS FINALES**

Los resultados presentados en este capítulo sirven para ilustrar el valor agregado que tiene la utilización de la metodología del CGE para la evaluación de escenarios contrafácticos, tanto de política como generados por shocks externos. Ciertamente, los resultados mostrados en la Sección 2 están lejos de agotar las posibilidades que brinda la metodología de CGE para realizar un análisis cuidadoso de las interacciones que generan distintas perturbaciones sobre la economía de Argentina.



El análisis de equilibrio general computado se complementa, en el Capítulo 6, con un modelo de microsimulaciones a fin de cuantificar los resultados sobre pobreza y desigualdad. Así, la implementación del enfoque “Macro-Micro” (CGE-Microsimulaciones) (ver Bourguignon et al. (2008)) nos permitirá combinar los efectos – relativamente agregados que genera el modelo de CGE – con microdatos de una encuesta de hogares a fin de evaluar los efectos distributivos de los escenarios simulados.

Finalmente, cabe mencionar que la validez de los resultados que arroja un modelo de CGE está relacionada con el objetivo que se persigue al utilizarlo. Si nos interesan los resultados numéricos, es fundamental atender a las críticas mencionadas en capítulos anteriores. En cambio, si el foco de atención se pone en identificar los principales canales de transmisión de los shocks a través del análisis de escenarios contrafácticos, dichas críticas son menos relevantes. En cualquier caso, esto no implica que los resultados numéricos no sean importantes; sin embargo, deben ser interpretados como generados por un modelo que realiza una serie de supuestos.

## REFERENCIAS

- Bourguignon, François, Maurizio Bussolo y Luiz Awazu Pereira da Silva (eds.) (2008). *The Impact of Macroeconomic Policies on Poverty and Income Distribution: Macro-Micro Evaluation Techniques and Tools*. World Bank and Palgrave Macmillan.
- Cicowiez, Martín, Carolina Díaz-Bonilla y Eugenio Díaz-Bonilla (2010). Argentina. Ch. 12 in Anderson, K., J. Cockburn and W. Martin (eds.) (2010). *Agricultural Price Distortions, Inequality and Poverty*. Washington DC: World Bank.
- Coremberg, Ariel (2009). Midiendo las Fuentes del Crecimiento en una Economía Inestable: Argentina. *Serie Estudios y Perspectivas* 41. Oficina de la CEPAL en Buenos Aires.
- Harrison, Glenn W. y H. D. Vinod (1992). The Sensitivity Analysis of Applied General Equilibrium Models: Completely Randomized Factorial Sampling Designs. *The Review of Economics and Statistics* 74 (2): 357-362.
- IMF (2010). *World Economic Outlook (WEO): Recovery, Risk, and Rebalancing*. October 2010. International Monetary Fund.
- Kehoe, Timothy J. (2005). An evaluation of the performance of applied general equilibrium models of the impact of NAFTA. En Timothy J. Kehoe, T. N. Srinivasan y John Whalley. *Frontiers in Applied General Equilibrium Modeling*. Cambridge University Press.
- OECD (2010). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2010*. OECD, Food and Agriculture Organization of the United Nations. OECD Publishing.
- Vos, Rob y Marco V. Sánchez (2010). A Non-Parametric Microsimulation Approach to Assess Changes in Inequality and Poverty. *International Journal of Microsimulation* 3 (1): 8-23.
- World Bank, The (2010). *Global Economic Prospects--Summer 2010. Fiscal Headwinds and Recovery*.

## APENDICE

*Tabla A.1: Elasticidades de sustitución entre trabajo y capital*

Actividad	Descripción	sigma(VA)
a-agric	Agricultura	0.240
a-ganad	Ganadería	0.240
a-otrprim	Otros primarios	0.200
a-miner	Minería	0.200
a-alimen	Alimentos y bebidas	0.668
a-textil	Textiles	0.720
a-cuero	Cueros	0.720
a-refinac	Refinación de petróleo	0.229
a-quimic	Química	0.229
a-cauchplast	Caucho y plástico	0.805
a-prdminmet	Prod. minerales no metálicos	0.694
a-metalmecan	Metalmecánica	1.050
a-maquin	Maquinaria y equipo	0.878
a-vehic	Vehículos	0.342
a-otrmnf	Otras manufacturas	0.714
a-elect	Electricidad	0.896
a-gas	Gas	0.896
a-agua	Agua	0.896
a-const	Construcción	1.050
a-comer	Comercio	0.866
a-hotres	Hoteles y restaurantes	0.866
a-transp	Transporte	1.050
a-comunic	Comunicaciones	0.441
a-admpub	Administración pública	1.050
a-educ	Educación	0.820
a-salud	Salud	0.680
a-otrsvc	Otros servicios	0.775
Fuente: Elaboración propia.		

*Tabla A.2: Elasticidades de sustitución entre bienes domésticos e importados, de transformación entre exportaciones y ventas domésticas y elasticidades-gasto de la demanda*

Producto	Descripción	elas-gasto	armington	sigma(qx)
c-cereal	Cereales	0.681	0.415	0.415
c-oleag	Oleaginosas	0.681	0.415	0.415
c-ganad	Ganadería	0.681	1.224	1.224
c-otrprim	Otros primarios	0.681	0.832	0.832
c-miner	Minería	0.681	1.900	1.900
c-petrol	Petróleo y gas	0.681	3.800	3.800
c-carne	Carne	0.643	1.233	1.233
c-alimen	Alimentos procesados	0.681	1.233	1.233
c-aceite	Aceites	0.954	1.233	1.233
c-textil	Textiles	1.375	1.194	1.194
c-cuero	Cuero	1.335	0.894	0.894
c-refinac	Refinación de petróleo	0.444	0.928	0.928
c-quimic	Química	0.444	0.861	0.861
c-cauchplast	Caucho y plástico	1.262	1.042	1.042
c-prdminmet	Prod. minerales no metálicos	1.262	1.048	1.048
c-metalmecan	Metalmecánica	1.262	1.056	1.056
c-maquin	Maquinaria y equipo	1.882	0.701	0.701
c-vehic	Vehículos	2.642	0.383	0.383
c-otrmnf	Otras manufacturas	1.262	0.653	0.653
c-const	Construcción	1.262	1.900	1.900
c-comer	Comercio	1.262	1.900	1.900
c-hotres	Hoteles y restaurantes	1.262	1.900	1.900
c-transp	Transporte	0.917	1.900	1.900
c-comunic	Comunicaciones	1.368	1.900	1.900
c-elect	Electricidad	0.544	2.800	2.800
c-gas	Gas	0.544	2.800	2.800
c-agua	Agua	0.544	2.800	2.800
c-admpub	Administración pública	1.262	1.900	1.900
c-educ	Educación	2.352	1.900	1.900
c-salud	Salud	1.531	1.900	1.900
c-otrsvc	Otros servicios	1.262	1.900	1.900
Fuente: Elaboración propia.				

*Tabla A.3: Elasticidad-desempleo de los salarios y tasas de desempleo iniciales*

Factor	desempleo inicial (%)	phillips
Actividades urbanas		
Trabajo asalariado, no calif	9.3	-0.070
Trabajo asalariado, semicalif	9.1	-0.071
Trabajo asalariado, calif	5.2	-0.019
Trabajo no asalariado, no calif	9.3	-0.070
Trabajo no asalariado, semicalif	9.1	-0.071
Trabajo no asalariado, calif	5.2	-0.019
Actividades rurales	6.3	-0.070
Trabajo asalariado, no calif	6.2	-0.071
Trabajo asalariado, semicalif	3.6	-0.019
Trabajo asalariado, calif	6.3	-0.070
Trabajo no asalariado, no calif	6.2	-0.071
Trabajo no asalariado, semicalif	3.6	-0.019
Trabajo no asalariado, calif	0.0	0.000
phillips = elasticidad-desempleo del salario		
Fuente: Elaboración propia.		

*Tabla A.4: Resultados sectoriales desagregados  
(tasa de crecimiento anual promedio para 2006-2015; en porcentaje)*

Sector	base LCU	base	wpeagr1	wpeagr2	qeagr	hhdr	govcon2
<i>Valor agregado</i>							
Agricultura	250.9	5.4	5.8	4.8	4.0	5.4	5.3
Ganadería	35.5	6.0	6.4	5.4	5.3	6.0	5.8
Otros primarios	11.8	9.0	9.1	9.4	12.8	8.7	7.8
Minería	78.0	3.9	3.8	3.9	3.9	3.9	3.9
Alimentos y bebidas	355.2	3.3	4.0	2.4	2.1	3.4	3.2
Textiles	179.3	4.4	4.5	4.3	4.2	4.5	3.9
Cueros	56.4	4.4	3.6	5.3	5.0	4.5	3.9
Refinación de petróleo	1.0	3.0	2.8	3.2	3.0	2.9	2.7
Química	2.4	4.5	3.9	5.1	4.7	4.4	4.2
Caucho y plástico	86.3	4.2	4.1	4.2	4.0	4.0	3.8
Prod. minerales no metálicos	15.6	3.9	4.3	3.3	3.8	3.3	3.6
Metalmecánica	96.7	4.4	4.0	4.7	4.6	3.9	4.0
Maquinaria y equipo	250.9	3.9	4.4	3.4	3.8	3.4	3.5
Vehículos	112.4	4.2	4.5	3.9	4.0	3.8	3.5
Otras manufacturas	44.9	4.1	4.3	3.9	3.9	4.0	3.7
Electricidad	248.7	3.9	4.1	3.8	3.8	3.9	3.8
Gas	300.1	3.9	4.0	3.7	3.7	3.8	3.7
Agua	50.6	4.1	4.2	4.0	4.0	4.1	3.9
Construcción	29.5	3.6	4.4	2.8	3.5	3.0	3.4
Comercio	29.7	3.9	4.0	3.6	3.5	3.7	3.5
Hoteles y restaurantes	126.0	4.0	4.3	3.7	3.5	4.1	3.6
Transporte	48.8	4.4	3.8	5.1	4.6	4.3	4.1
Comunicaciones	45.0	4.5	4.3	4.6	4.4	4.4	4.1
Administración pública	120.1	3.8	3.8	3.8	5.1	3.8	5.8
Educación	88.1	4.5	4.6	4.4	5.1	4.5	5.5
Salud	87.1	4.4	4.5	4.2	4.4	4.5	4.5
Otros servicios	125.5	4.1	4.3	3.9	3.9	4.1	3.9

*Tabla A.4: Resultados sectoriales desagregados – cont.  
(tasa de crecimiento anual promedio para 2006-2015; en porcentaje)*

Sector	base LCU	base	wpeagr1	wpeagr2	qeagr	hhdr	govcon2
<i>Exportaciones</i>							
Cereales	88.2	3.0	3.3	2.5	1.0	3.0	3.0
Oleaginosas	60.4	2.1	1.9	1.9	0.4	2.1	2.3
Ganadería	7.2	2.5	3.2	0.5	-0.1	2.4	2.5
Otros primarios	46.2	3.8	3.8	3.7	3.7	3.8	3.6
Minería	49.3	3.0	2.8	3.1	2.9	3.1	3.0
Petróleo y gas	93.7	-1.6	-1.5	-1.9	-1.5	-1.5	-1.1
Carne	50.3	3.5	6.1	-0.7	0.6	3.4	3.5
Alimentos procesados	132.5	4.1	6.5	0.2	1.7	4.0	4.0
Aceites	253.1	4.1	5.0	2.9	1.8	4.1	4.0
Textiles	12.7	5.8	4.8	6.6	6.1	5.7	5.2
Cuero	32.4	5.4	3.7	7.1	6.6	5.4	4.9
Refinación de petróleo	117.2	3.7	3.3	4.3	3.8	3.6	3.5
Química	113.8	5.5	4.3	6.8	6.0	5.3	5.1
Caucho y plástico	21.0	5.3	4.5	6.0	5.5	5.1	4.9
Prod. minerales no metálicos	6.5	4.9	4.4	5.2	5.1	4.4	4.5
Metalmecánica	92.8	5.3	4.1	6.5	5.9	4.8	4.9
Maquinaria y equipo	57.6	4.9	4.7	4.9	5.0	4.3	4.4
Vehículos	134.5	5.0	5.0	5.0	5.0	4.6	4.3
Otras manufacturas	61.3	5.1	4.7	5.4	5.1	4.9	4.6
Construcción	1.3	5.1	4.4	5.7	5.7	4.4	4.8
Comercio	2.2	5.6	4.1	6.9	6.0	5.4	5.2
Transporte	125.6	5.7	3.6	7.8	6.4	5.5	5.2
Comunicaciones	31.3	6.3	4.7	7.7	7.0	5.9	5.7
Administración pública	1.6	6.7	4.8	8.4	8.1	6.7	7.6
Otros servicios	23.0	6.0	4.6	7.2	6.6	5.7	5.5

*Tabla A.4: Resultados sectoriales desagregados – cont.  
(tasa de crecimiento anual promedio para 2006-2015; en porcentaje)*

Sector	base LCU	base	wpeagr1	wpeagr2	qeagr	hhdr	govcon2
<i>Importaciones</i>							
Cereales	0.6	5.1	7.1	2.6	-4.4	5.1	4.8
Oleaginosas	5.4	5.9	8.4	3.1	4.7	5.9	5.4
Ganadería	1.1	5.7	9.0	2.4	1.2	5.7	5.3
Otros primarios	11.5	4.6	5.5	3.7	3.9	4.5	4.3
Minería	32.4	5.3	5.7	4.9	5.3	4.9	5.0
Petróleo y gas	8.9	9.8	9.5	10.4	9.7	9.5	9.0
Carne	2.2	5.0	6.1	4.4	6.2	5.2	4.7
Alimentos procesados	14.4	4.7	5.9	3.8	4.8	4.9	4.4
Aceites	1.5	4.5	6.9	1.8	-1.8	4.6	4.2
Textiles	27.3	4.2	5.4	3.1	3.5	4.3	3.8
Cuero	11.0	4.4	5.5	3.4	3.7	4.5	3.9
Refinación de petróleo	28.2	5.3	5.6	4.9	5.2	5.2	5.0
Química	192.6	4.3	4.9	3.7	3.9	4.3	4.2
Caucho y plástico	35.5	4.1	5.1	3.1	3.4	4.0	3.9
Prod. minerales no metálicos	11.8	3.9	5.4	2.5	3.4	3.4	3.7
Metalmecánica	78.0	4.0	5.2	2.9	3.6	3.6	3.7
Maquinaria y equipo	355.2	4.0	5.3	2.7	3.5	3.5	3.6
Vehículos	179.3	4.3	5.4	3.2	3.7	4.0	3.7
Otras manufacturas	56.4	4.3	5.2	3.4	3.8	4.2	4.0
Construcción	1.0	3.3	5.6	1.2	2.5	2.8	3.1
Comercio	2.4	3.4	5.3	1.7	2.3	3.3	3.2
Transporte	86.3	3.9	5.6	2.2	3.0	3.9	3.7
Comunicaciones	15.6	3.6	5.4	2.1	2.7	3.9	3.4
Otros servicios	96.7	3.6	5.4	2.1	2.7	3.8	3.6
LCU = millones de pesos.							
Fuente: Elaboración propia.							



## **CAPITULO 6**

### **MICROSIMULACIONES PARA IMPACTOS DISTRIBUTIVOS**

Martín Cicowiez

En este capítulo se implementa el enfoque Macro-Micro (ver Bourguignon et al. (2008)) para capturar los efectos distributivos de los escenarios analizados en el capítulo anterior. Específicamente, el modelo de CGE presentado en el Capítulo 2 se combina con un modelo de microsimulación que nos permite generar resultados a nivel de individuos identificados en una encuesta de hogares como la EPH.

¿Qué tipo de interrogantes nos permite responder la metodología Macro-Micro? Como ejemplo, consideremos el impacto que tendría un aumento en el precio mundial de los bienes agrícolas. Por un lado, se espera un aumento en el precio doméstico de los productos alimenticios, lo que impactaría negativamente sobre la pobreza. Por otro lado, también es esperable un efecto positivo para los trabajadores del sector agrícola; por ejemplo, en términos de salarios más elevados. En este ejemplo, un modelo computacional de equilibrio general permitiría capturar el impacto sobre precios y salarios (ver Capítulo 5), mientras que una microsimulación sería de utilidad para estimar el efecto distributivo. En los últimos años, la utilización del enfoque Macro-Micro para responder este tipo de preguntas se extendió de manera considerable – para más detalles, ver Cicowiez (2009).

Como se mencionó en el Capítulo 5, los escenarios que se simularon tienen entre sus objetivos ilustrar la utilidad del modelo desarrollado para la evaluación de cuestiones concretas que impactan sobre la Argentina. Ciertamente, la estimación ex-ante de los efectos sobre pobreza y desigualdad de distintas perturbaciones es de utilidad en el diseño de la política económica.

El resto del capítulo se organiza de la siguiente manera. En la Sección 2 se describe la metodología de microsimulación junto con los datos que se utilizan en su implementación. En la Sección 3 se exponen los resultados. Finalmente, la Sección 4 cierra el capítulo.

## 2. METODOLOGIA Y DATOS

Como se mencionó, en este capítulo se implementa el enfoque Macro-Micro para estimar los efectos distributivos de los escenarios analizados en el capítulo anterior. En nuestra implementación del enfoque Macro-Micro, el modelo de equilibrio general computado presentado en el Capítulo 2 se combina con un modelo de microsimulación relativamente simple. Como vimos, los modelos de CGE ofrecen un marco de consistencia para evaluar alternativas de política pública pero, en general, carecen de la desagregación necesaria para el análisis de cuestiones distributivas. Por su parte, las microsimulaciones son útiles para evaluar los efectos sobre pobreza y desigualdad de cambios en la restricción presupuestaria de los hogares. Sin embargo, tienen la limitación de no considerar la determinación simultánea de precios, salarios, variables macroeconómicas, etc. En pocas palabras, el modelo de microsimulación se emplea para generar un vector contrafáctico de ingresos familiares.

La idea original de las microsimulaciones puede rastrearse hasta el trabajo de Orcutt (1957), quien proponía modelar una economía a partir de agregar los comportamientos individuales, tanto de consumidores como de firmas. En la práctica, la mayor parte de las aplicaciones actuales para países en desarrollo se concentra en el estudio de cuestiones distributivas. En particular, las aplicaciones en países en desarrollo centran su atención en la generación del ingreso laboral. Así, típicamente se “microsimulan” cambios en la situación laboral de los individuos (ocupado versus desocupado), salarios, niveles educativos, entre otras. En general, las microsimulaciones se hacen operacionales con microdatos provenientes de encuestas de hogares, que típicamente contienen información sobre características socio-económicas de los individuos.

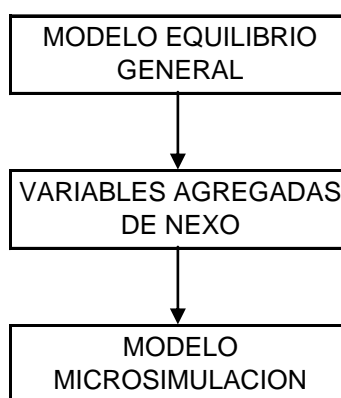
El modelo de microsimulación que aquí se utiliza extiende la empleada en Cicowiez et al. (2010) (ver también Vos y Sánchez (2010)) para incorporar el efecto de cambios en los ingresos no laborales. Además, se la utiliza en un contexto dinámico, teniendo en cuenta el crecimiento poblacional.<sup>70</sup>

---

<sup>70</sup> En Vos y Sánchez (2010) se asume crecimiento poblacional anual nulo a pesar de utilizar microsimulaciones en el contexto de un modelo de CGE dinámico.

El modelo de CGE se comunica con el modelo de microsimulación de manera secuencial; es decir, se sigue un enfoque “arriba hacia abajo” donde ciertas variables agregadas hacen de nexo entre ambas etapas del modelado (ver Figura 3.1). En Cicowicz (2009) se discuten distintas alternativas para obtener resultados distributivos empleando modelos de CGE combinados o no con microsimulaciones. En nuestro caso particular, elegimos el enfoque secuencial dado que los datos disponibles dificultan la implementación de alguna metodología alternativa. Concretamente, no se requiere la reconciliación de los microdatos de la EPH con los datos macroeconómicos que aparecen reflejados en la SAM. En este sentido, la metodología “de arriba hacia abajo” sigue la recomendación de Deaton (2004) de utilizar las encuestas de hogares sin modificarlas – es decir, sin ajustarlas para replicar las magnitudes agregadas presentes en la SAM. Es decir, la comunicación unidireccional desde el CGE hacia las microsimulaciones hace que no sea necesario consistenciar – en niveles - los datos de la SAM con la información de la encuesta de hogares que se utiliza para hacer operacional el modelo de microsimulación. La desventaja del enfoque secuencial de arriba hacia abajo es que no considera la posible retroalimentación que puede existir desde la parte micro hacia la parte macro. Además, desde un punto de vista teórico, sería preferible lograr consistencia mediante la utilización del mismo modelo estructural en ambas etapas del modelado (ver Flores (2008)). Sin embargo, son razones prácticas las que, en la práctica, favorecen la utilización del enfoque secuencial de arriba hacia abajo.

*Figura 3.1: La interacción Macro-Micro*



El principal canal de comunicación entre nuestro modelo de CGE y las microsimulaciones es el mercado laboral. En particular, las siguientes variables se

transmiten desde el modelo de CGE hacia el modelo de microsimulación: tasa de desempleo por categoría de trabajo, estructura sectorial de empleo, remuneraciones relativas, remuneración promedio. Adicionalmente, se consideran los cambios en los ingresos no laborales, calculados de forma tal que los resultados agregados a partir de las microsimulaciones – en términos de cambios en los ingresos familiares – coincidan con los que arroja del modelo de CGE. Específicamente, se utilizan las siguientes variables del modelo de CGE como nexo entre ambas etapas de nuestro modelo Macro-Micro:

tasa de desempleo urbana  $UERAT_{f,urb,t}$

demanda de trabajo por sector de actividad  $QF_{f,a,t}$

remuneración factorial  $WFA_{f,a,t}$

ingreso de las familias  $YI_{i,t}$  con  $i \in h$

Analíticamente, la estructura del mercado laboral en el modelo de microsimulación se define en base a los siguientes parámetros (ver Ganuza et al. (2002)):

tasa de desempleo (U) para diferentes grupos j de la población en edad de trabajar definidos según nivel de calificación, sexo, edad; en nuestro caso, se definen 12 grupos j

estructura sectorial del empleo definida tanto en términos del sector de actividad (S) como de la categoría ocupacional (O) (asalariado/no asalariado); en nuestro caso, se definen 14 segmentos k para el mercado laboral

la estructura de remuneraciones relativas (W1)

la remuneración promedio (W2)

la estructura por nivel de calificación de la población ocupada (M)

Luego, la estructura del mercado laboral ( $\lambda$ ) puede representarse como

$$\lambda = \lambda(U, S, O, W1, W2, M)$$

Como vimos, el modelo de CGE genera valores contrafácticos para cada uno de los parámetros que definen la estructura del mercado laboral.

La idea básica de la metodología es que los cambios “macro” en el mercado laboral (por ejemplo, cambios en la tasa de desempleo, en la demanda laboral sectorial, entre otros) pueden aproximarse por un proceso de selección aleatoria. Además, se asume que el mercado laboral está segmentado. Así, los individuos que se mueven del empleo al desempleo, de un sector a otro, etc. son elegidos de forma aleatoria, dependiendo de los resultados “macro” que arroja el modelo de CGE. En resumen, los movimientos entre segmentos se realizan de manera tal que los resultados repliquen los cambios en las parámetros del mercado laboral generados a nivel del modelo de CGE.

En la implementación, el modelo de microsimulación debe definir un mecanismo que permita seleccionar cuáles son los individuos que cambian sus características y/o ingresos como respuesta a un determinado shock. Para ello, se utiliza una metodología no paramétrica (ver Almeida y Paes de Barros (1991)).<sup>71</sup> El primer paso consiste en agrupar a los individuos de la encuesta de hogares de acuerdo a (1) sus características personales, y (2) su situación ocupacional. Luego, los individuos que cambian de situación ocupacional (por ejemplo, cuando alguien pasa del desempleo al empleo) se eligen de manera aleatoria dentro de cada grupo relevante de acuerdo con los resultados de CGE. De manera similar, los ingresos contrafácticos (por ejemplo, cuando un individuo cambia de sector de empleo) también se asignan de manera aleatoria, en base a las características del individuo. Por ejemplo, si luego de un shock un individuo se mueve del desempleo al empleo será necesario asignarle un ingreso simulado; en el modelo de microsimulación desarrollado se busca un individuo con características observables similares (nivel educativo, categoría ocupacional, sexo, edad) para asignarle un ingreso laboral simulado. Por su parte, los ingresos no laborales se modifican de forma tal de equiparar los cambios agregados del ingreso per cápita familiar en ambas etapas del modelado. Dada la utilización de un procedimiento aleatorio, a fin de generar

---

<sup>71</sup> Alternativamente, puede emplearse una metodología paramétrica como en paramétrica Robilliard et al. (2008).

intervalos de confianza para los resultados, todo el ejercicio se repite varias veces como en un experimento de Monte Carlo.<sup>72</sup>

Al interior de cada grupo, todos los individuos tienen, a priori, idéntica probabilidad de moverse de un segmento a otro del mercado laboral. Así, el procedimiento aleatorio se utiliza para determinar (1) cuáles individuos cambian de condición de actividad, (2) cuáles individuos cambian de sector de ocupación, (3) de categoría ocupaciones, y (4) qué ingresos contrafácticos se asignan a quienes cambiaron de segmento del mercado laboral. Por su parte, los cambios en los ingresos laborales, tanto relativos (W1) como absolutos (W2), se introducen directamente a partir de los resultados del modelo de CGE.

El crecimiento poblacional se introduce mediante una reponderación de los individuos registrados en la EPH. Para ello, se modifican los ponderadores individuales a partir de proyecciones poblacionales por rangos etarios y sexo elaboradas por el INDEC. Los nuevos ponderadores se computan considerando que los individuos de un mismo hogar deben tener los mismos ponderadores. Como segundo paso, todos los ponderadores individuales se re-escalan a fin de replicar el crecimiento poblacional total del INDEC; este último paso se vuelve necesario debido a que la pirámide poblacional de la encuesta de hogares no es necesariamente idéntica a la utilizada en las proyecciones poblacionales.

Como último paso, se estiman los ingresos familiares contrafácticos a partir de los nuevos ingresos laborales y no laborales. Específicamente, como indicador de bienestar se utiliza el ingreso familiar equivalente que elabora el INDEC; se emplean las líneas de pobreza oficiales moderada y extrema (ver INDEC (2010)). La fuente de información empleada para hacer operacional el modelo de microsimulación es la EPH del segundo semestre de 2009. En consecuencia, los resultados 2006-2009 no se transmiten desde el CGE hacia las microsimulaciones. Como se describió en el Capítulo 3, la EPH es una encuesta urbana; por lo tanto, los resultados del modelo de CGE que alimentan las

---

<sup>72</sup> En cambio, en un enfoque paramétrico se estiman las probabilidades de que un individuo cambie de segmento en el mercado laboral. Luego, esas probabilidades se utilizan para determinar cuáles son los individuos que cambian de segmento del mercado laboral luego de un shock.

microsimulaciones corresponden a las actividades clasificadas como urbanas. Además, las 27 actividades productivas identificadas en la SAM se agregaron a las siguientes siete: primarias, industrias de baja tecnología, resto de la industria, construcción, comercio, servicios públicos, y administración pública.

### 3. RESULTADOS

Los resultados para pobreza moderada se muestran en la Tabla 3.1. En ella, la fila “obs” se refiere a la pobreza registrada en 2009, año base para el modelo de microsimulación. Luego, se muestra el resultado acumulado de cada uno de los efectos que forman parte de nuestra metodología de microsimulación. Por ejemplo, la fila “U” expone la tasa de pobreza contrafáctica en 2015 (i.e., último año de la microsimulación) cuando sólo se “microsimulan” los cambios en la tasa de desempleo que arroja el modelo de CGE. Por su parte, la fila “U + S” muestra el resultado acumulado de los cambios en el desempleo y en la estructura sectorial del empleo. Las demás filas de la tabla se interpretan de manera simétrica.

En términos de pobreza, tres son las variables que impactan más fuertemente sobre los resultados del escenario base (ver Tabla 3.1): la tasa de desempleo (urbana), el salario promedio, y los ingresos no laborales. Como vemos, la pobreza en 2015 es 4,4 puntos porcentuales más baja que en 2009. En el escenario de incremento en el precio mundial de los agroalimentos (wpagr1), la pobreza es medio punto porcentual más baja en 2015 respecto del escenario de referencia. Sin embargo, cuando sólo se consideran los cambios en el mercado laboral, la pobreza casi no se modifica, aunque la caída del desempleo la reduce levemente. En particular, es importante mencionar que la EPH, al igual que otras encuestas similares, no captura adecuadamente los ingresos de factores no laborales como el capital.<sup>73</sup>

---

<sup>73</sup> Por ejemplo, en 2005 el ingreso de capital (i.e., el excedente bruto de explotación) según información de cuentas nacionales representó 47,4% del valor agregado nacional (INDEC, 2006); en cambio, según la Encuesta Permanente de Hogares (EPH), la participación de los ingresos de capital en los ingresos totales fue 1,9%. La diferencia, aunque en parte atribuible a diferencias metodológicas entre una y otra fuente de información, es de una magnitud considerable.

En el escenario hhdtr, se obtiene que las transferencias a los hogares alcanzan a compensar el impacto negativo que tiene la menor tasa de crecimiento de la economía reportada más arriba. En el caso de las restricciones cuantitativas a las exportaciones, se obtiene que las mismas afectan negativamente sobre la pobreza, dado el incremento que generan en la tasa de desempleo combinado con una caída de los ingresos no laborales. Como muestran los resultados, los cambios en la desigualdad son, en términos generales, poco significativos.

*Tabla 3.1: Resultados sobre pobreza  
tasa de pobreza, ingreso familiar equivalente con línea de pobreza moderada oficial*

Efecto MS	2009	2015 (año final)					
		base	wpagr1	wpagr2	govcon	hhdtr	qeagr
obs	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3
U	12.3	10.3	10.1	10.7	10.3	10.4	10.5
U + S	12.3	10.3	10.1	10.7	10.3	10.4	10.5
U + S + O	12.3	10.3	10.1	10.7	10.3	10.4	10.5
U + S + O + W1	12.3	10.2	10.0	10.5	10.5	10.3	10.5
U + S + O + W1 + W2	12.3	9.3	8.8	10.1	9.4	9.7	9.8
U + S + O + W1 + W2 + M	12.3	9.4	8.9	10.1	9.4	9.7	9.8
U + S + O + W1 + W2 + NLAB	12.3	7.7	7.3	8.5	8.1	7.8	8.6
Fuente: Elaboración propia.							

Referencias: U = desempleo, S = estructura del empleo por sector, O = estructura del empleo por categoría ocupacional, W1 = ingresos laborales relativos, W2 = ingreso laboral promedio, M = estructura del empleo por nivel de calificación, NLAB = ingreso no laboral

*Tabla 3.2: Resultados sobre desigualdad  
coeficiente de Gini, ingreso familiar equivalente*

Efecto MS	2009	2015 (año final)					
		base	wpagr1	wpagr2	govcon	hhdtr	qeagr
obs	0.446	0.446	0.446	0.446	0.446	0.446	0.446
U	0.446	0.435	0.433	0.437	0.435	0.436	0.436
U + S	0.446	0.435	0.433	0.437	0.435	0.436	0.436
U + S + O	0.446	0.435	0.433	0.438	0.435	0.436	0.436
U + S + O + W1	0.446	0.433	0.432	0.435	0.438	0.434	0.437
U + S + O + W1 + W2	0.446	0.432	0.431	0.434	0.437	0.434	0.436
U + S + O + W1 + W2 + M	0.446	0.432	0.430	0.434	0.436	0.433	0.436
U + S + O + W1 + W2 + NLAB	0.446	0.435	0.433	0.438	0.437	0.439	0.437
Fuente: Elaboración propia.							



Cabe mencionar que las microsimulaciones implementadas no consideran el cambio de precios relativos que puede modificar el valor de la línea de pobreza, particularmente en los escenarios donde se modifican los precios mundiales de los agroalimentos. Así, un incremento en el precio mundial de los alimentos tendría un efecto contrapuesto al aquí reportado, al incrementar el precio de los alimentos que conforman la línea de pobreza.

#### **4. COMENTARIOS FINALES**

En este capítulo se utilizaron los resultados del modelo de CGE para alimentar un modelo de microsimulación. Así, fue posible estimar los impactos distributivos de los escenarios “macro” estudiados. Como vimos, ninguno de los escenarios simulados impacta fuertemente sobre la desigualdad pero sí tienen efectos sobre la pobreza, particularmente aquellos relacionados con cambios en las condiciones de venta de los principales productos de exportación de la Argentina.

## REFERENCIAS

- Almeida dos Reis, Jose Guilherme y Ricardo Paes de Barros (1991). Wage Inequality and the Distribution of Education: A Study of the Evolution of Regional Differences in Inequality in Metropolitan Brazil. *Journal of Development Economics* 36 (1): 117-143.
- Bourguignon, François; Bussolo, Maurizio and Pereira da Silva, Luiz Awazu (eds.) (2008). The Impact of Macroeconomic Policies on Poverty and Income Distribution: Macro-Micro Evaluation Techniques and Tools. World Bank and Palgrave Macmillan.
- Cicowiez, Martín, Carolina Díaz-Bonilla y Eugenio Diaz-Bonilla (2010). Argentina. Ch. 12 in Anderson, K., J. Cockburn and W. Martin (eds.) (2010). *Agricultural Price Distortions, Inequality and Poverty*. Washington DC: World Bank.
- Deaton, Angus (2004). Measuring Poverty in a Growing World (Or Measuring Growth in a Poor World). *Review of Economics and Statistics* 87 (1): 1-19.
- Flôres, Renato G. Jr (2008). Trade and Poverty in Latin American Countries: Conceptual and Methodological Challenges. En J. Cockburn y P. Giordano (eds.) *Trade and Poverty in the Developing World*. Poverty and Economic Policy (PEP) Research Network.
- Ganuza, Enrique, Ricardo Paes de Barros y Rob Vos (2002). Labour Market Adjustment, Poverty, and Inequality During Liberalization. En R. Vos, L. Taylor y R. Paes de Barros (eds.). *Economic Liberalization, Distribution and Poverty. Latin America in the 1990s*. Cheltenham (UK), Northampton (US): Edward Elgar Publishers.
- INDEC (2010). Encuesta Permanente de Hogares. Incidencia de la Pobreza y de la Indigencia. Resultados del Segundo Semestre de 2009.
- Orcutt Guy, H. (1957). A New Type of Socio-Economic System. *Review of Economics and Statistics* 39 (2): 116-123.
- Robilliard, Anne-Sophie, François Bourguignon y Sherman Robinson (2008). Crisis and Income Distribution: A Micro-Macro Model for Indonesia. En F. Bourguignon,

M. Bussolo y Pereira da Silva, L. A. *The Impact of Macroeconomic Policies on Poverty and Income Distribution: Macro-Micro Evaluation Techniques and Tools*. World Bank y Palgrave Macmillan.

Vos, Rob y Marco V. Sánchez (2010). A Non-Parametric Microsimulation Approach to Assess Changes in Inequality and Poverty. *International Journal of Microsimulation* 3 (1): 8-23.