



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Desarrollo de un modelo de Equilibrio General Computable (MEGC) para analizar las políticas agropecuarias en Colombia

Ana María Pinzón Piedrahita

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá D.C., Colombia

2015

Desarrollo de un modelo de Equilibrio General Computable (MEGC) para analizar las políticas agropecuarias en Colombia

Ana María Pinzón Piedrahita

Trabajo Final presentado como requisito para optar al título de:
Magister en Ciencias Económicas

Director
Economista Ph.D. Marco Missaglia

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas
Bogotá D.C., Colombia
2015

Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo

Albert Einstein

Resumen

Mediante un modelo de equilibrio general computable (MEGC) estático, elaborado con base en la matriz de contabilidad social (MCS), desarrollada por el DANE para el año 2010, se simulan los efectos en la economía de dos políticas del sector agropecuario con el mismo gasto del gobierno. La MCS es ajustada para poner un mayor énfasis en dicho sector y para la proyección del MEGC se supone que hay competencia perfecta y que no hay desempleo. Los resultados de las simulaciones muestran que ambas políticas implican variaciones en la economía en general, sin embargo la reducción del impuesto al valor agregado (IVA) genera efectos más diferenciados que los percibidos por la aplicación del incentivo a la capitalización rural (ICR).

Palabras clave:

Matriz de contabilidad social (MCS), modelo de equilibrio general computable (MEGC), incentivo a la capitalización rural (ICR), impuesto al valor agregado (IVA), sector agropecuario.

Abstract

Using a static computable general equilibrium model (CGEM), developed based on the social accounting matrix (SAM) settled by DANE for 2010, the effects in the economy of two politics of the agricultural sector with the same government spending are simulated. The SAM is adjusted to place greater emphasis on the agricultural sector and the CGEM projection assumes that there is perfect competition and no unemployment. The simulation results show that both policies involve changes in the overall economy, however the reduction of value added tax (VAT) generates more differentiated effects than those due to the implementation of the rural capitalization incentive (ICR).

Keywords:

Social accounting matrix (SAM), computable general equilibrium model (CGEM), rural capitalization incentive (ICR), value added tax (VAT), agricultural sector.

Contenido

RESUMEN.....	IV
ABSTRACT.....	V
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABLAS	VIII
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	5
2.1. OBJETIVO GENERAL	5
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3. ESTADO DEL ARTE, BREVE HISTORIA DE LAS APLICACIONES DE EQUILIBRIO GENERAL COMPUTABLE (EGC) EN COLOMBIA	6
4. LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL (MCS) Y SU REELABORACIÓN.....	24
5. EL MARCO TEÓRICO DEL MODELO Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	28
6. LAS SIMULACIONES EN EL MODELO.....	31
7. CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXO 1. MCS CUADRADA (SAM_2010).....	48
ANEXO 2. MCS EN FORMATO DE MODELADO	50
ANEXO 3. MEGC EN LENGUAJE MPSGE	62

Lista de Figuras

FIGURA 1. COMPORTAMIENTO HISTÓRICO TRIMESTRAL DEL PIB TOTAL Y PIB AGROPECUARIO (VARIACIÓN PORCENTUAL (%) ANUAL – PRECIOS CONSTANTES – SERIES DESESTACIONALIZADAS) (OFICINA ASESORA DE PLANEACIÓN Y PROSPECTIVA, 2014, P. 1)	1
FIGURA 2. COMPOSICIÓN DEL INGRESO POR SECTOR INSTITUCIONAL SEGÚN SU ORIGEN (DIRECCIÓN DE SÍNTESIS Y CUENTAS NACIONALES, 2015, P. 5)	27
FIGURA 3. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN.....	30

Lista de Tablas

TABLA 1. PRESUPUESTO ICR 2015 (FINAGRO, 2015B).....	3
TABLA 2. MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL DESARROLLADOS PARA COLOMBIA.....	7
TABLA 3. SECTORES PRODUCTIVOS DE LA MATRIZ TRANSFORMADA.....	26
TABLA 4. SECTORES PRODUCTIVOS BENEFICIARIOS DEL ICR EN EL MEGC	31
TABLA 5. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES CON ICR.....	32
TABLA 6. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES CON REDUCCIÓN DEL IVA EN SECTORES AGROPECUARIOS	36

Lista de Símbolos y Abreviaturas

Símbolo	Sector Productivo
A	Productos de café
B	Otros productos agrícolas
C	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
D	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados
E	Carnes y pescados
F	Productos lácteos
G	Productos de café y trilla
H	Azúcar y panela
I	Cacao, chocolate y productos de confitería
J	Productos de tabaco
K	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables
L	Resto de la economía

Símbolo	Término
ARMA	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo A
ARMB	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo B
ARMC	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo C
ARMD	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo D
ARME	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo E
ARMF	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo F
ARMG	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo G
ARMH	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo H
ARMI	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo I
ARMJ	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo J
ARMK	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo K
ARML	Bien compuesto doméstico+importado del sector productivo L
CAP_ACC	Cuentas de Capital
CWH	Consumo de los hogares
DIR_TAX	Impuestos Directos
EXA	Exportaciones del sector productivo A
EXB	Exportaciones del sector productivo B
EXC	Exportaciones del sector productivo C
EXD	Exportaciones del sector productivo D
EXE	Exportaciones del sector productivo E
EXF	Exportaciones del sector productivo F
EXG	Exportaciones del sector productivo G
EXH	Exportaciones del sector productivo H
EXI	Exportaciones del sector productivo I
EXJ	Exportaciones del sector productivo J
EXK	Exportaciones del sector productivo K
EXL	Exportaciones del sector productivo L
GOVT	Gasto Nominal del Gobierno
HOUS	Gasto Nominal de los Hogares
int	Elasticidad de sustitución entre los Bienes Intermedios
INV	Inversión

Símbolo	Término
K	Capital
L	Trabajo
Ik	Elasticidad de sustitución entre el Trabajo y el Capital
MA	Importaciones del sector productivo A
MB	Importaciones del sector productivo B
MC	Importaciones del sector productivo C
MD	Importaciones del sector productivo D
ME	Importaciones del sector productivo E
MF	Importaciones del sector productivo F
MG	Importaciones del sector productivo G
MH	Importaciones del sector productivo H
MI	Importaciones del sector productivo I
MINC	Ingreso Mixto
MJ	Importaciones del sector productivo J
MK	Importaciones del sector productivo K
ML	Importaciones del sector productivo L
NTP	Impuestos netos sobre la producción
PARMA	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo A
PARMB	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo B
PARMC	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo C
PARMD	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo D
PARME	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo E
PARMF	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo F
PARMG	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo G
PARMH	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo H
PARMI	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo I
PARMJ	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo J
PARMK	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo K
PARML	Precio del bien compuesto doméstico+importado del sector productivo L
PCWH	Índice de precios al consumidor
PDA	Precio Doméstico del bien producido por el sector A
PDB	Precio Doméstico del bien producido por el sector B
PDC	Precio Doméstico del bien producido por el sector C
PDD	Precio Doméstico del bien producido por el sector D
PDE	Precio Doméstico del bien producido por el sector E
PDF	Precio Doméstico del bien producido por el sector F
PDG	Precio Doméstico del bien producido por el sector G
PDH	Precio Doméstico del bien producido por el sector H
PDI	Precio Doméstico del bien producido por el sector I
PDJ	Precio Doméstico del bien producido por el sector J
PDK	Precio Doméstico del bien producido por el sector K
PDL	Precio Doméstico del bien producido por el sector L
PEA	Precio de Exportación del bien producido por el sector A
PEB	Precio de Exportación del bien producido por el sector B
PEC	Precio de Exportación del bien producido por el sector C
PED	Precio de Exportación del bien producido por el sector D
PEE	Precio de Exportación del bien producido por el sector E
PEF	Precio de Exportación del bien producido por el sector F
PEG	Precio de Exportación del bien producido por el sector G
PEH	Precio de Exportación del bien producido por el sector H

Símbolo	Término
PEI	Precio de Exportación del bien producido por el sector I
PEJ	Precio de Exportación del bien producido por el sector J
PEK	Precio de Exportación del bien producido por el sector K
PEL	Precio de Exportación del bien producido por el sector L
PFW	Índice de precios de los bienes de capital
PFX	Tasa de cambio
PGW	Índice de precios del gobierno
PK	Precio del Capital
PL	Precio del trabajo
PMA	Precio de Importación del bien producido por el sector A
PMB	Precio de Importación del bien producido por el sector B
PMC	Precio de Importación del bien producido por el sector C
PMD	Precio de Importación del bien producido por el sector D
PME	Precio de Importación del bien producido por el sector E
PMF	Precio de Importación del bien producido por el sector F
PMG	Precio de Importación del bien producido por el sector G
PMH	Precio de Importación del bien producido por el sector H
PMI	Precio de Importación del bien producido por el sector I
PMJ	Precio de Importación del bien producido por el sector J
PMK	Precio de Importación del bien producido por el sector K
PML	Precio de Importación del bien producido por el sector L
RoW	Resto del Mundo
s	Elasticidad de sustitución entre el Valor Agregado y los Bienes Intermedios
SUB	Subsidio
TARIFF	Aranceles
TEV	Impuestos excepto IVA
tr	Elasticidad de transformación entre el Bien Doméstico y el Bien Exportado
va	Elasticidad de sustitución entre el Ingreso Mixto y el Bien Compuesto de Trabajo y Capital
VND	IVA no deducible
WG	Consumo del gobierno

Abreviatura	Término
AIS	Agro, Ingreso Seguro
ALCA	Área de Libre Comercio de las Américas
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CES	Siglas en inglés de Elasticidad de Sustitución Constante
CET	Siglas en inglés de Elasticidad de Transformación Constante
CIID	Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EGC	Equilibrio General Computable
FEDESARROLLO	Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo
FINAGRO	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
FONADE	Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo
ICR	Incentivo a la Capitalización Rural
ISFLSH	Instituciones sin Fines de Lucro que Sirven a los Hogares

Abreviatura	Término
IVA	Impuesto al Valor Agregado
MCS	Matriz de Contabilidad Social
MEGC	Modelo de Equilibrio General Computable
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MPSGE	Siglas en inglés de Sistema de Programación Matemática para el Análisis de Equilibrio General
NAFTA	Siglas en inglés de Tratado de Libre Comercio de América del Norte
PIB	Producto Interno Bruto
SAM	Siglas en inglés de MCS – Matriz de Contabilidad Social
TLC	Tratado de Libre Comercio

1. Introducción

El sector agropecuario colombiano es el principal generador de empleos en las zonas rurales. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en el 2013, 3,5 millones de personas trabajaron en el sector, lo que equivale al 16,9% de la población ocupada total del país, siendo el tercer sector que mayor empleo genera, después del sector comercial y del de servicios comunales. (Equipo Técnico de Presidencia, 2014)

En este mismo sentido, según lo certifica el DANE, las cifras de crecimiento del PIB agrícola son contundentes y hablan por sí solas. Tasa de crecimiento anual: 2011: 2,1%; 2012: 2,5%; 2013: 5,2% (Restrepo & Bernal Morales, 2014)

Así mismo, de acuerdo con el informe de Cuentas Nacionales publicado por el DANE, en el tercer trimestre de 2014 la economía creció 4,2% con relación al mismo período de 2013 y el PIB agropecuario un 3,4%. (Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva, 2014, p. 1)

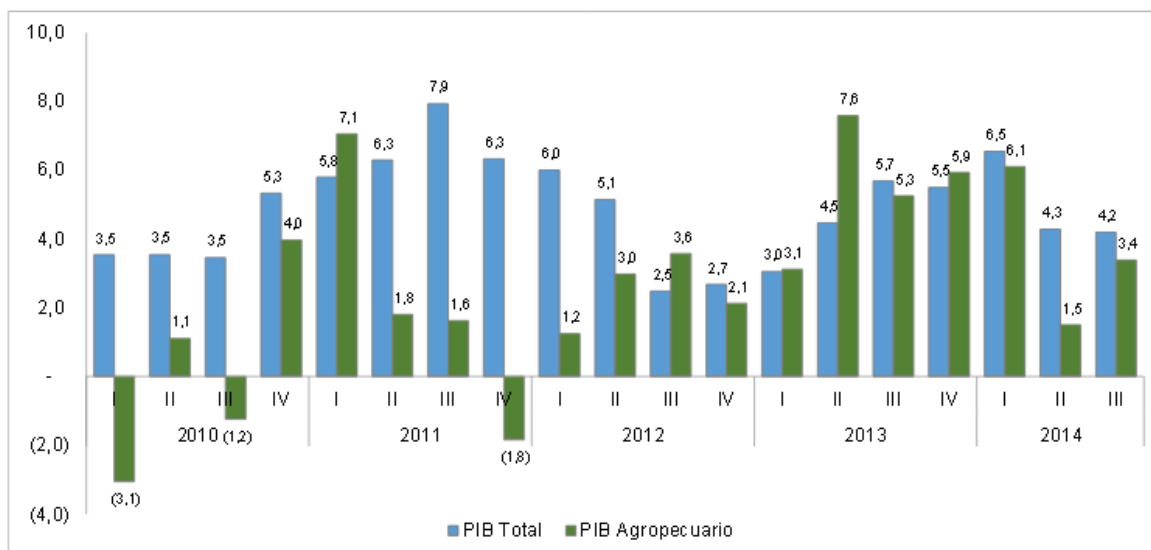


Figura 1. Comportamiento histórico trimestral del PIB Total y PIB Agropecuario (Variación porcentual (%) anual – precios constantes – series desestacionalizadas) (Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva, 2014, p. 1)

Sin embargo, son frecuentes las discusiones en las que se afirma que en la zona rural colombiana se siente el abandono del Estado y que las políticas agropecuarias del Gobierno Nacional no son suficientes, para que los agricultores colombianos puedan competir en este mundo globalizado. A continuación se presentan algunos casos:

- Restrepo y Bernal Morales (2014) expresan que *todos los indicadores socioeconómicos juegan en contra del campo, como resultado de décadas, o mejor, de siglos de olvido e indiferencia de la sociedad colombiana frente a lo rural. El bache entre las dos Colombias, en vez de estar cerrándose, se ha ido ampliando con el correr del tiempo.*
- Hurtado Vera (2014) afirma que *los campesinos en Colombia no han muerto, pero sí es posible que estén agonizando gracias al modelo neoliberal. Las cifras sirven para comprender que más que pobreza en el campo colombiano, hay miseria. La situación de los campesinos y del agro en Colombia es el resultado de décadas de abandono y olvido por parte de los gobiernos de turno. Razones por las cuales los campesinos tienen que protestar del modo como lo hacen.*
- Según voceros de las dignidades agropecuarias, que existen desde febrero de 2012, *las dignidades surgieron para encontrar soluciones a graves problemas de los agricultores colombianos, derivados, principalmente de la realidad económica que, de manera continua, los llevan a situaciones de ruina y quiebra en su actividad productiva* (Redacción Economía y Negocios, 2015)

El gobierno nacional, a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, tiene diferentes programas de apoyo al sector agropecuario. Uno de ellos es el programa “Agro, Ingreso Seguro - AIS”, que fue creado en 2007, con el objeto de proteger los ingresos de los productores que resultaran afectados, ante las distorsiones derivadas de los mercados externos, y de mejorar la competitividad de todo el sector agropecuario nacional, con ocasión de la internacionalización de la economía. (Congreso de la República, 2007)

Uno de los apoyos para la competitividad del programa AIS es el Incentivo a la Capitalización Rural – ICR. Este incentivo consiste en un abono que, con los recursos apropiados por el Gobierno Nacional para el programa, realiza FINAGRO a través del intermediario financiero a favor del beneficiario, y se realiza con base en la disponibilidad de los recursos, administrados por FINAGRO (FINAGRO, 2015c). De esta manera, se constituye como un apoyo económico no reembolsable equivalente a un porcentaje del valor total de la inversión.

A continuación se presenta el presupuesto del ICR para el año 2015, el cual representa un incremento del 60% con respecto al presupuesto de 2014 (FINAGRO, 2015a):

Tabla 1. Presupuesto ICR 2015 (FINAGRO, 2015b)

Bolsas con acceso a ICR	Presupuesto 2015
Frutales	\$ 53.647.078.358,00
Palma de Aceite	\$ 31.688.571.743,00
Café	\$ 30.025.714.286,00
Cacao	\$ 20.178.634.628,00
Caucho	\$ 8.623.285.714,00
Silvopastoreo	\$ 5.698.285.714,00
Adecuación de Tierras y Manejo de Recurso Hídrico	\$ 81.746.308.143,00
Infraestructura para la Producción, Maquinaria de Uso Agropecuario y Transformación Primaria	\$ 69.255.481.561,00
CONPES Altillanura ¹	\$ 19.500.000.000,00
CONPES Nariño ²	\$ 3.500.000.000,00
CONPES Lácteo ³	\$ 9.672.219.365,00
AMTEC Arroz ⁴	\$ 5.000.000.000,00
Apoyo a la Productividad del Algodón	\$ 5.000.000.000,00
Apoyo a la Productividad del Maíz	\$ 5.000.000.000,00
TOTAL	\$ 348.535.579.512,00

Con estos recursos, el gobierno espera beneficiar a más de 60 mil productores. El porcentaje de reconocimiento de este incentivo para los pequeños productores es de hasta el 30%, y para medianos productores de hasta el 15%.

¹ Recuperación física y química de suelos de la Altillanura de la Orinoquía.

² Transporte especializado e infraestructura para la producción de leche.

³ Implementos agrícolas, sistemas de riego, equipos para actividades pecuarias, infraestructura y transporte especializado para la producción de leche.

⁴ Tractores, implementos agrícolas, sistemas de riego, combinadas y secadoras para producción de arroz

Del total de los recursos, el 60% será destinado a pequeños productores y el 40% para medianos productores (FINAGRO, 2015a).

El presente trabajo se divide en 7 secciones: en la sección 2 se plantean los objetivos del trabajo, en la sección 3 se hace un breve recuento de los MEGC desarrollados para Colombia; posteriormente, en la sección 4 se analiza la MCS del DANE para el año 2010 y se explica su reelaboración. A continuación, en las secciones 5 y 6 se exponen las características del modelo, su marco teórico y las simulaciones de los dos escenarios: el primero para analizar el ICR y el segundo para evaluar los impactos ocasionados por la disminución del IVA en los productos del sector agropecuario; ambos escenarios con el mismo gasto del gobierno. Por último, en la sección 7 se presentan las conclusiones del trabajo.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Analizar los efectos sobre la economía en general, mediante un MEGC, de dos políticas del sector agropecuario colombiano: el Incentivo a la Capitalización Rural (ICR) y la disminución del IVA en el sector agropecuario, manteniendo fijo el gasto del gobierno en ambos escenarios.

2.2. Objetivos específicos

- Documentar el estado del arte de los MEGC desarrollados para Colombia.
- Ajustar la MCS, elaborada por el DANE para el año 2010, enfatizando en los sectores productivos del sector agropecuario.
- Desarrollar el MEGC para Colombia, a partir de la MCS ajustada.
- Realizar las simulaciones de las dos políticas del sector agropecuario (ICR e IVA).

3. Estado del arte, breve historia de las aplicaciones de Equilibrio General Computable (EGC) en Colombia

De acuerdo con López, Ripoll & Cepeda (1994), desde los años sesenta se vienen desarrollando modelos de EGC walrasiano⁵ en todo el mundo, para ilustrar decisiones como la apertura económica, proveer sustento empírico a los planes de desarrollo, brindar elementos de análisis en las discusiones sobre la coyuntura económica y examinar los efectos sobre la economía de diversos tipos de medidas.

La mayor parte de los MEGC tienen una forma básica similar con la que buscan cumplir la teoría de equilibrio general de Walras, sin embargo cada aplicación es ajustada de acuerdo con el propósito del ejercicio de modelado. (López et al., 1994) Así, por ejemplo, si el propósito es el análisis de impuestos, entonces el modelo incluye la mayor cantidad de información fiscal nacional como sea posible, mientras que otras partes de los datos (como datos comerciales específicos) son tratados de forma genérica (Rutherford & Light, 2002).

Los MEGC que fueron desarrollados para Colombia y son presentados en este capítulo, incluyen las siguientes características de la economía colombiana⁶:

1. Colombia es una economía pequeña y abierta, ya que las actividades de comercio internacional de Colombia tienen un impacto mínimo en los precios mundiales (Rutherford & Light, 2002). Así, los precios de las importaciones y las exportaciones son exógenos (Bussolo, Roland-Holst, & van der Mensbrugge, 1998).

Teniendo en cuenta que la economía colombiana es abierta, el comercio internacional es modelado con la teoría de Armington. De esta manera, la oferta total aparece bajo la forma de un bien compuesto⁷ (López, Ripoll, & Cepeda, 1994). En este mismo sentido, las exportaciones son modeladas con una función de elasticidad de transformación constante (CET por sus

⁵ Con un conjunto de bienes y precios de los factores para el que todos los mercados son vaciados, es decir, hay igualdad entre la oferta y la demanda de cada uno de los bienes y de los mercados de factores; las condiciones de beneficio cero se mantienen para cada industria en cada región; y cada región está en el equilibrio del sector externo (Esguerra U., Iregui B., & Ramírez G., 2002)

⁶ En los modelos en que no se incluye alguna de estas características se especifica y se explica porque se tiene un supuesto diferente.

⁷ Bien compuesto: agregación entre el bien doméstico y el bien importado, que son sustitutos imperfectos entre sí (Hernández, Prada, & Ramírez, 2001)

siglas en inglés), hecho que implica que el bien destinado al mercado interno es diferente al bien destinado al mercado internacional⁸.

2. El trabajo, que es uno de los factores productivos, es desagregado entre trabajo formal y trabajo informal. Éste último es pagado con ingreso mixto, presenta una baja intensidad de capital, poca productividad y en él no aplican las regulaciones de salario mínimo (Botero, 2012). Así mismo, la oferta de trabajo se distribuye entre los mercados asalariado e informal, siendo el primero un mercado de precio rígido y, el segundo, un mercado de precio flexible (Botero, 2005).

A continuación, en la Tabla 2, se relacionan los MEG que han sido desarrollados para Colombia. Para su elaboración se tomó como base la *Crónica de los MEG en Colombia* presentada por López, Ripoll & Cepeda (1994), en la que se encuentran modelos desde 1977, y se complementó con la información de los trabajos más recientes:

Tabla 2. Modelos de Equilibrio General desarrollados para Colombia.

MODELO	FECHA	INSTITUCIÓN
Distorsiones en el mercado de factores (De Melo)	1977	
Protección y asignación de recursos en un modelo de comercio walrasiano (De Melo)	1978	
Impacto de las políticas comerciales en la distribución del ingreso (De Melo y Robinson)	1980	
Efectos de la diversificación de exportaciones en un país exportador de bienes primarios (Mayer)	1983	
Impacto de corto plazo de las fluctuaciones de precios de bienes primarios (Dick, Gupta, Mayer y Vincent)	1983	
Papel macroeconómico del mercado de alimentos (Londoño)	1985	FEDESARROLLO CIID FONADE
Política macroeconómica y distribución del ingreso en Colombia: 1989-1990 (Lora y Ocampo)	1986	FEDESARROLLO
Choques petroleros y de café (Lora)	1989	FEDESARROLLO
MEG Aplicado - Estudio de sensibilidad	1989	Universidad de Antioquia

⁸ La decisión del productor entre exportar o vender en el mercado interno puede ser representado como un problema de maximización de los beneficios generados en los mercados interno e internacional, sujetos a la función CET (Hernández, Prada, & Ramírez, 2001)

(Botero y López)		- CIE
Aplicaciones de un MEG al análisis de políticas comerciales para Colombia (Ramírez)	1989	FEDESARROLLO
Sector agropecuario y macroeconomía (Barajas)	1990	Misión de Estudios del Sector Agropecuario
Distribución del ingreso en Colombia 1938-1988 (Londoño)	1990	
Macroeconomía, distribución del ingreso y sector informal (Lora y Ramírez)	1990	FEDESARROLLO
Una aplicación para Colombia de los MEGC (DNP)	1991	DNP
Ajuste estructural y desarrollo humano en Colombia (Lora y Ramírez)	1991	FEDESARROLLO
Colombia: Evaluación de la pobreza (Banco Mundial)	1993	FEDESARROLLO
Incidencia tributaria (Lora y Herrera)	1994	FEDESARROLLO
La crisis rural y la política económica en el corto y mediano plazo (Lora)	1994	FEDESARROLLO Ministerio de Agricultura CIID
El MEG de largo plazo de Fedesarrollo (Bussolo, Roland-Holst, van der Mensbrugge)	1998	FEDESARROLLO
Incidencia fiscal de los incentivos tributarios (Ortega, Piraquive, Hernández, Soto, Prada, Ramírez)	2000	DNP
Impacto económico del programa de Desarrollo Alternativo del Plan Colombia (Hernández, Prada, Ramírez)	2001	DNP
Colombia y el este de Asia. Relaciones comerciales y perspectivas de futuro: Análisis usando un MEGC (Esguerra U., Iregui B., Ramírez G.)	2002	Banco de la República
Un MEG para el análisis de la política fiscal en Colombia: El modelo MEGATAX (Rutherford, Light)	2002	DNP
Un MEG Dinámico para el análisis de la política fiscal en Colombia (Rutherford, Light, Hernández)	2002	DNP
Zona de libre comercio de las Américas: Una evaluación de impacto para Colombia (Light, Rutherford)	2003	DNP
Globalización y cambios de pobreza en Colombia (Lay, Bussolo)	2003	Banco Mundial
Costos de equidad y eficiencia del aumento de los ingresos fiscales en Colombia (Light, Rutherford, Barrera)	2003	FEDESARROLLO

El Área de Libre Comercio de las Américas ALCA y la liberalización del sector servicios en Colombia (Light)	2004	Universidad de Los Andes
¿Cómo políticas tributarias y choques macroeconómicos afectan a los pobres? Una medición cuantitativa utilizando un MEGC para Colombia (Karl)	2004	Banco de la República
El impacto económico de un Acuerdo Parcial de Libre Comercio entre Colombia y Estados Unidos (Martín, Ramírez)	2004	Banco de la República
Estimación del impacto sobre el empleo de los tratados de libre comercio en Colombia; análisis de EGC (Botero)	2005	CEPAL
Colombia y el TLC: Efectos sobre la distribución del ingreso y la pobreza (Pardo, Perdomo, Delgado, Lozano)	2005	DNP
Un MEGC macro para la economía colombiana (Velasco, Cárdenas)	2005	Banco de la República
Modelo de infraestructura en transporte: El capital de infraestructura como un capital complementario (Perdomo)	2005	DNP
Ajuste fiscal, distribución del ingreso y pobreza en Colombia: Reforma del impuesto al valor agregado (IVA) y transferencias públicas (Ramírez, Acosta, Karl E., Gracia)	2006	Red de Pobreza y Política Económica
Evaluando impactos externos mediante un MEGC con competencia imperfecta: el caso colombiano. (Botero, Gutiérrez)	2008	Universidad EAFIT
Tratado de Libre Comercio entre Colombia y Estados Unidos: ¿Qué impacto puede tener en Colombia? (Gracia, Zuleta)	2009	Departamento Nacional de Planeación y Universidad del Rosario
Crisis internacional y pobreza en Colombia: efectos de corto plazo (Argüello C.)	2010	Universidad de Antioquia
Impuestos al capital y al trabajo en Colombia: un análisis mediante EGC (Botero)	2011	Universidad EAFIT
Impactos de pobreza por los ajustes de la política agrícola en una economía abierta: El caso de Colombia (Argüello, Valderrama, Acero)	2011	Universidad del Rosario
Desempleo e informalidad en Colombia: un análisis de EGC	2012	Universidad EAFIT

(Botero)		
Análisis del bienestar económico de la legalización de drogas: un MEGC de microsimulación para Colombia (Atuesta, Hewings)	2013	Universidad de Illinois en Urbana-Champaign
Un modelo de equilibrio regional para Antioquia (Valencia C., Alviar R.)	2013	Universidad de Antioquia

Como sucedió en otros países, los primeros MEGC para Colombia fueron adaptaciones de algunas estructuras creadas para países en desarrollo. Aunque dichos modelos se encuentran desde 1977; López, Ripoll & Cepeda (1994) afirman que la primera estructura de equilibrio general para Colombia, desarrollada dentro del país, fue realizada por Londoño en 1985, involucrando algunos rasgos típicos de la economía colombiana, tales como las rigideces de corto plazo en un esquema neoestructuralista.

A través de su modelo, Londoño busco modelar el papel macroeconómico del mercado de los alimentos. Con este fin, desagregó la economía en tres sectores rurales: materias primas, alimentos y café; y agrupó el resto de la economía dentro de un sector industrial urbano. En este modelo, en el mercado de materias primas el precio se determina por el mercado internacional y el ajuste entre la oferta y la demanda se da por importaciones; en el mercado del café el precio se determina por el precio internacional, y el ajuste se da por medio de la variación de existencias; el mercado industrial-urbano es de precio fijo y el ajuste se da por el nivel de producción; y por último, el mercado de alimentos es un sector especial de precio flexible, incapaz de adecuar su oferta a la demanda en el corto plazo, razón por la cual el ajuste se da por variaciones en los precios. Así, una mayor demanda nominal puede traer, en el corto plazo, un mayor precio de los alimentos en lugar de un mayor efecto multiplicador sobre la actividad (López et al., 1994).

Así mismo, López, Ripoll & Cepeda (1994) afirman que el segundo aporte original y fundamental en la historia de los MEGC en Colombia es el modelo real estático que Lora desarrolló en 1989, ya que incluye el análisis de los *efectos de corto y largo plazo* de choques petroleros y de café. El corto plazo del modelo se caracteriza a partir de las rigideces de mercado: i) el gobierno fija los precios de la producción de café y minerales, como parte de una política económica; ii) en los mercados de materias primas y comestibles, las cantidades no son flexibles porque están determinadas por plantaciones pasadas; iii) las exportaciones de minerales y los inventarios de café son exógenos; iv) las técnicas de producción son rígidas; y v) el capital es inmóvil. Por su parte, en el largo plazo se eliminan las rigideces de precios y cantidades, lo que hace que los factores de producción

reciban igual remuneración en los distintos sectores; existe movilidad de factores y flexibilidad de técnicas (López et al., 1994).

El tercer aporte fundamental al desarrollo de los MEGC en Colombia, de acuerdo con López, Ripoll & Cepeda (1994), es el modelo que Botero y López elaboraron en 1989 (modelo MEGA); esto debido a que el paquete computacional implementado por ellos está basado en un mecanismo de equilibrio walrasiano que ofrece una *gran flexibilidad*, ya que cuenta con un grupo de *variables de "elección" o "banderas"*. Dentro de las principales alternativas de modelación mediante el empleo de "banderas", se encuentran las siguientes opciones: adaptación de precios, ya sea a precios internacionales, al índice de precios domésticos o al de bien compuesto; de distribución institucional de la formación interna bruta de capital y de la cuenta de ahorro; de tratamiento de la inversión por origen y del tipo de función de producción CES o Cobb-Douglas.

A continuación se clasifican los MEG desarrollados para Colombia, que no se encuentran incluidos en el trabajo de López, Ripoll & Cepeda (1994), de acuerdo con el propósito de modelado, en la siguientes categorías: Liberalización comercial; política fiscal; pobreza y distribución del ingreso; economía regional⁹; política de infraestructura; y sector agropecuario.

Liberalización comercial:

Los modelos que tienen como propósito la liberalización comercial dividen el mundo en regiones que se caracterizan por tener actividades comerciales tanto domésticas como con el exterior, aunque no presenten comercio entre los países que las componen. También se ve que en la mayoría de los casos se hace una evaluación estática, y que algunos modelos incluyen un costo de transporte internacional. A continuación se explican brevemente los ajustes y particularidades de cada uno de estos modelos, en orden cronológico:

Con un MEGC estático, Esguerra U., Iregui B. y Ramírez G. (2002) evalúan los efectos sobre el comercio y el bienestar, de varios escenarios de liberalización comercial entre 7 regiones¹⁰: Colombia, China, Japón, Corea, resto de países del este de Asia, resto de América y resto del mundo. En este modelo, los impuestos sobre los factores pueden afectar la competitividad de la región, dado que parte de la producción es exportada y los aranceles son usados para alterar los términos de comercio de un país con respecto a sus socios comerciales.

⁹ Entendiendo una región, como una parte de un país.

¹⁰ El tamaño de cada región está dado por su PIB, en dólares de 1997

Mediante un modelo global (multiregional)¹¹ estático de EGC, Light y Rutherford (2003) evalúan cómo la entrada en el Acuerdo de Libre Comercio de las Américas (ALCA) puede afectar la economía y el bienestar general de Colombia, centrándose principalmente en la interacción económica de Colombia con Estados Unidos, la Unión Europea y otros países del Pacto Andino. En el modelo se aplica un costo de transporte en el comercio bilateral y los flujos comerciales bilaterales están determinados por la elección de minimización de costo.

Para evaluar el ALCA y la liberalización del sector servicios en Colombia, Light (2004) desarrollo un MEGC con 17 sectores, bajo 3 categorías: bienes o servicios producidos bajo rendimientos constantes a escala y competencia perfecta, bienes y servicios producidos bajo rendimientos crecientes de escala y competencia imperfecta¹². Para la última clase de servicios operan dos tipos de firmas: domésticas y multinacionales; estas últimas pueden competir con las primeras solo cuando tienen inversión extranjera directa o disponibilidad de expertos extranjeros en Colombia.

Este modelo se utiliza en una versión estática y una de estado estable¹³; en el modelo estático comparativo¹⁴ se supone que el stock de capital (y la demanda de inversión) se mantienen constantes mientras la tasa de alquiler del capital (precio del capital) se determina endógenamente. Por su parte, en el modelo de estado estable, la lógica se invierte: se supone que el stock de capital (y la demanda de inversión) se ajustan al nuevo equilibrio basados en una tasa fija de retorno exigida por los inversores, lo que quiere decir que se permite la liberalización arancelaria con efectos de productividad endógenos (M. Light, 2004).

Posteriormente, Martín y Ramírez (2004) hacen una evaluación cuantitativa de los posibles efectos sobre la economía colombiana de un Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos. Con este objetivo utilizan un MEG de corto plazo que representa el funcionamiento de la economía colombiana en

¹¹ Los autores adoptan un modelo multi-región, en lugar de un modelo de economía pequeña y abierta, teniendo en cuenta los posibles efectos de una reducción de los aranceles de importación de Colombia, para los países del Pacto Andino.

¹² La competencia imperfecta pone de relieve los efectos de la entrada a los mercados de Estados Unidos y los efectos de productividad de incrementar la variedad de productos.

¹³ Un estado estable se define como una situación en la que todas las variables de cantidad crecen a un ritmo constante, y todos los precios de valor presente disminuyen con una tasa de interés constante (Rutherford, Light, & Hernández, 2002).

¹⁴ En un ejercicio de estática comparativa inicialmente se analiza una representación de la economía en un momento del tiempo y, posteriormente, se modifican los parámetros relevantes que captan los “choques” y se calcula el nuevo equilibrio (Martín & Ramírez, 2004).

condiciones de competencia imperfecta en los sectores industriales y de servicios, y con el desempleo como la variable que ajusta los desequilibrios entre la oferta y la demanda de trabajo. Por su parte en los sectores de café, carbón, petróleo y gas, y resto de minería se suponen rigideces de oferta de corto plazo. Este tratamiento permite tratarlos como exógenos y de esta manera minimizar el efecto que pueden tener estos sectores (con una alta participación en las exportaciones) sobre los resultados de las simulaciones.

Con un MEGC, calibrado para Colombia, Botero (2005) evalúa el impacto que tendría sobre la economía en general, y sobre el empleo en particular, la firma de acuerdos comerciales como el ALCA y el TLC con Estados Unidos, haciendo un ejercicio recursivo con siete bloques comerciales o países: Estados Unidos, Venezuela, el resto del Grupo Andino, MERCOSUR, el resto del ALCA, Europa y el resto del Mundo. De esta manera, se compara la evolución del PIB y del empleo en un escenario base, en el que no se firma ningún acuerdo; con la evolución correspondiente a un escenario en el que se firma tanto el TLC como el ALCA, en un horizonte de diez años.

En este modelo, los importadores de bienes¹⁵ se modelan mediante funciones Armington, y los importadores de servicios son modelados a partir de coeficientes fijos. Modelar así las importaciones, permite simular políticas arancelarias diferentes para cada grupo, e incorporar efectos de desviación de comercio, en la medida en que las importaciones de un país o bloque pueden desplazar a las de uno de sus competidores. Así mismo, se incluye un mercado de divisas, que debe equilibrarse, bien sea por precios, en cuyo caso, la tasa de cambio es endógena; o por cantidades, haciendo que el ahorro externo, que en cuentas nacionales corresponde a la cuenta de capital en la balanza de pagos, sea endógeno (Botero, 2005)

Por otro lado, Velasco y Cárdenas Hurtado (2005) desarrollan un MEGC macro hecho a la medida para la economía colombiana, de acuerdo con los intereses de programación y previsión macroeconómica de la balanza de pagos del Banco de la República. En el modelo, se supone que el gasto y la inversión del gobierno son exógenos; las importaciones, exportaciones y su precio tienen una dinámica exógena; para las exportaciones tradicionales la demanda es exógena y para las exportaciones no tradicionales la demanda es endógena. El objetivo del modelo es construir escenarios contrafactuales relacionados con los choques

¹⁵ En el modelo se define un coeficiente de demanda, que vincula las importaciones de bienes con la demanda de servicios de transporte y financieros. Dicho coeficiente se aplica también a las exportaciones.

sobre los precios de las materias primas, crecimiento externo de la demanda y los niveles de déficit en cuenta corriente.

Aunque el modelo que se acaba de presentar y el siguiente, no analizan un programa de liberalización comercial específico, se incluyen en esta categoría teniendo en cuenta que buscan evaluar escenarios que están relacionados con el comercio exterior de Colombia.

Botero y Gutiérrez (2008) desarrollan un MEGC recursivo, para evaluar el impacto que los factores externos (creciente flujo de inversión extranjera, aumento de precio de los bienes básicos, y aumento del volumen de las exportaciones) tuvieron sobre el crecimiento económico del país en 2007. En el modelo, el sector formal se modela como un mercado de competencia monopolística (con un mecanismo de ajuste endógeno de la productividad); y el precio del capital determina el nivel de uso de la capacidad instalada, dado el stock de capital disponible, que se ajusta anualmente agregando la inversión realizada en el período anterior al saldo depreciado del stock de capital.

Más adelante, Gracia y Zuleta (2009) utilizan un MEGC multiregional estático para evaluar el impacto que puede tener en Colombia un TLC con Estados Unidos. Los datos del año base provienen de las cuentas nacionales de 1997, razón por la cual fue necesario ajustar el modelo y la estructura arancelaria para incorporar los acuerdos firmados después de ese año (Comunidad Andina de Naciones – CAN, MERCOSUR y NAFTA; este último se asume que opera como un TLC efectivo con cero aranceles entre Estados Unidos, Canadá y México, pero donde cada uno de los países tiene su propio arancel externo). El modelo incluye 12 regiones: Colombia, Venezuela, CAN, resto de Suramérica, Brasil, MERCOSUR excepto Brasil, México, Centroamérica y el Caribe, Canadá, Estados Unidos, Unión Europea y resto del mundo.

Política fiscal:

Los modelos que incluyen el análisis de las políticas fiscales presentan la información de los impuestos desagregada y aunque no modelan aspectos no convencionales de los impuestos como la corrupción y la evasión, incluyen un sector de trabajo informal que no paga impuestos y, por lo general, realizan los análisis sujetos a la misma restricción presupuestal del gobierno¹⁶ y dentro de un

¹⁶ De esta manera, cuando una tasa de impuesto es reducida, otro impuesto aumenta para compensar la pérdida de ingresos.

enfoque de equilibrio intertemporal¹⁷. A continuación se explican brevemente los ajustes y particularidades de cada uno de estos modelos, en orden cronológico:

La incidencia fiscal de los incentivos tributarios es evaluada por Ortega, Piraquive, Hernández, Soto, Prada y Ramírez (2000), con un modelo que utiliza tasas de tributación efectivas desagregadas en impuestos a la producción, otros impuestos a los productos, IVA, aranceles y renta, lo que introduce al modelo los vicios y bondades del régimen tributario. Esto permite hacer un mejor análisis de la relación costo-beneficio de las posibles exenciones. Es importante señalar que si la inversión es fija, como es el caso del modelo utilizado, los menores ingresos fiscales que se dejan de percibir por una disminución en los impuestos deben quedar compensados por un aumento del ahorro privado (ya que el ahorro externo se supone constante). Esto puede lograrse mediante un incremento en la actividad económica, la cual puede generar un incremento de los ingresos privados y el consumo, con lo que se magnifica el efecto de la disminución en los impuestos.

Después, Rutherford, Light y Hernández (2002), realizan un análisis de la política fiscal en Colombia con un MEG dinámico, con desempleo. Los resultados obtenidos con el modelo dinámico, son comparados con los resultados de un modelo estático y uno de estado estable, con el fin de resaltar el papel intertemporal en los impuestos sobre el capital.

En el modelo de estática comparativa, el precio del capital varía mientras se mantiene constante el stock agregado de capital. El estado estable funciona mediante la actualización del stock de capital. Por último, el modelo dinámico sigue el trayecto de transición desde la estática¹⁸ hasta la trayectoria de equilibrio de estado estable, incorporando la acumulación de capital y el consumo intertemporal para ampliar el marco estático. En el marco de equilibrio dinámico hay dos precios para el capital: el precio de compra de nuevo capital y el precio de renta del capital (Rutherford et al., 2002)

Por su parte, el MEGATAX es un MEG estático, desarrollado para el análisis de la política fiscal en Colombia. Los cambios en el capital y la inversión, en respuesta a las directrices de política, son simulados mediante una función de estado estable, en cuyo equilibrio la inversión es ajustada, de tal manera que es consistente con el rendimiento del capital (Rutherford & Light, 2002).

¹⁷ Cuando hay un choque fiscal es importante que se de la transición de la situación inicial a la nueva situación de largo plazo dentro de un enfoque de equilibrio intertemporal (López, Ripoll, & Cepeda, 1994)

¹⁸ El año base es 1999.

Luego, Rutherford, Light y Barrera (2003) evaluaron los costos de bienestar, ocasionados por el aumento de los ingresos del gobierno, manteniendo constante la prestación pública interna. Para este análisis, utilizan un modelo que tiene la capacidad de analizar las implicaciones estáticas y del estado estable sobre el bienestar, ocasionadas por las reformas de política, a través de representaciones alternativas del stock de capital.

A la luz de la propuesta de la Misión Nacional de Ingresos Públicos 2003, que se basa en la modificación del IVA, ya sea ampliando la base o incrementando su porcentaje, y en la creación de programas y proyectos de subsidios para los hogares más pobres, mejorando así la situación de la distribución del ingreso; Ramírez, Acosta, Karl E. y Gracia (2006) desarrollaron un MEGC estándar estático, en el que los patrones de consumo de los hogares fueron ajustados para incluir en el análisis los efectos de los subsidios en el comportamiento de los hogares.

Mediante un MEGC recursivo que proyecta la economía para el período 2008-2014, Botero (2011) analiza los impactos sobre el crecimiento y el empleo, tanto de la deducción por inversión (impuestos al capital), como de los aportes parafiscales (impuestos al trabajo). Para la deducción por inversión, el modelo incorpora el costo de uso del capital como variable explicativa de la inversión¹⁹. En cuanto a la evaluación del impacto de los aportes parafiscales, el modelo incorpora un cálculo preciso del costo laboral, y cuantifica la incidencia real que tienen esos aportes sobre el precio del trabajo.

En este modelo se incluyen las administradoras de fondos de pensiones y seguros dentro de las instituciones; los sectores son multiproducto; y hay dos sectores que involucran los costos de transacción en la economía: el comercio y el transporte. Ambos se modelan como cargos fijos que se adicionan a la producción de los demás sectores. El modelo supone, para los sectores agropecuarios, competencia perfecta y para los sectores no agropecuarios, competencia monopolística (Botero, 2011)

¹⁹ El inversionista decide, en cada sector, la cantidad óptima de inversión en el período corriente. El planteamiento permite derivar una ecuación de demanda de inversión para cada sector, que se calibra a partir de la información observada en el año base. Tal planteamiento permite relacionar la inversión con el costo de uso de capital, y evaluar, en consecuencia, el impacto que cambios en las políticas monetarias o fiscales tiene sobre aquella.

Pobreza y distribución del ingreso:

Los modelos que analizan la pobreza y la distribución del ingreso utilizan un modelo de microsimulación vinculado al MEG; agrupan los hogares en grupos representativos, con el fin de analizar los cambios en la distribución del ingreso a partir de la variación en el ingreso medio de cada grupo; o fusionan la información de encuestas de hogares con la de cuentas nacionales, para así construir un único modelo donde no exista agregación de hogares²⁰ (Pardo, Perdomo, Delgado, & Lozano, 2005). A continuación se presentan brevemente los modelos que pertenecen a esta categoría, en orden cronológico:

El MEG de largo plazo de Fedesarrollo es elaborado por Bussolo, Roland-Holst y van der Mensbrugge (1998). Dicho modelo distingue entre el stock de capital existente al principio de cada periodo y el que resulta de la inversión contemporánea, con elasticidades de sustitución separadas para representar cada tipo de stock de capital. Este modelo es resuelto recursivamente para los años 1994 a 2006, generando una secuencia de equilibrios estáticos a partir de la condición de equilibrio entre los ahorros y la inversión, y por consiguiente de la acumulación de capital en cada periodo. Adicionalmente, el modelo incluye la información de 10 grupos de hogares diferenciados (5 urbanos y 5 rurales) que permiten estudiar los efectos de las políticas de la distribución del ingreso.

Con un MEGC de corto plazo vinculado a un modelo laboral, Hernández, Prada y Ramírez (2001) simulan el impacto económico ocasionado por los flujos de capital que llegan al país por valor de US\$1,164.5 millones durante aproximadamente 4 años, asociados al Plan Colombia. Con el MEGC se calculan los efectos sobre la dinámica de los sectores productivos, la tasa de cambio real, los flujos de empleo y los ingresos laborales. Por su parte, con el modelo laboral se cuantifican los cambios en la distribución de la población económicamente activa entre el sector rural y el sector urbano, los cambios en el empleo rural, la creación de empleos formales, los cambios en el empleo informal y las variaciones en la tasa de desempleo.

Por otra parte, con el fin de analizar los cambios importantes en la distribución de ingresos y en la pobreza producidos con la gran apertura comercial de los años 90, Lay y Bussolo (2003) combinan un MEGC neoclásico estándar y un modelo de microsimulación de forma secuencial. En una primera etapa se

²⁰ Esto es significativo porque por lo general los MEG incluyen un solo agente representativo.

simula un choque de la apertura comercial en el MEGC²¹ y luego la microsimulación modela el proceso de generación de ingreso de los hogares, permitiendo percibir las heterogeneidades individuales y de los hogares (29.729 individuos viviendo en 12.092 hogares de áreas urbanas y 15.006 individuos en 5.384 hogares de áreas rurales). Finalmente, la microsimulación ajusta sus microdatos para que los valores de sus variables agregadas sean consistentes con el equilibrio macro del MEGC.

Posteriormente, Karl (2004) introduce en el modelo MEGATAX²² las características y dotaciones de 8.701 hogares, en lugar de un solo agente representativo, esto con el fin no sólo de analizar los efectos de las políticas fiscales y los choques económicos sobre determinados grupos de hogares, sino también producir indicadores de pobreza y de distribución del ingreso para distintos segmentos de la población. Se resalta que la definición de pobreza está determinada en términos del nivel de gasto de cada uno de los agentes, sin tener en cuenta que pobres no solo son los que no alcancen a tener un determinado nivel de ingreso sino también aquellos a los que se les excluye del mercado, que no tienen acceso a ciertos derechos de propiedad, o el nivel de capacidades necesario que les permita acceder al mercado.

Con el fin de evaluar las consecuencias del TLC con Estados Unidos²³, sobre algunos indicadores de pobreza y desigualdad; Pardo, Perdomo, Delgado y Lozano (2005) utilizan un modelo de microsimulación alimentado por la información agregada de un MEGC multipaís estático, con una tasa de desempleo constante y en el que se considera la presencia de un sector de servicios internacionales de transporte el cual cobra márgenes de comercio y márgenes de transporte cuando se produce el tránsito de mercancías entre países.

El MEGC genera las variaciones en la remuneración y la demanda de diferentes tipos de trabajo así como cambios en los precios de los bienes de consumo. Esta información alimenta al modelo econométrico de microsimulación

²¹ En el MEGC se implementa un cierto grado de inflexibilidad en el salario formal a través de una curva de salarios, dado que el empleo asalariado goza de protección formal, como los salarios mínimos. De esta manera, el equilibrio en el mercado formal se determina por la intersección de la demanda de trabajo de las empresas y de esta curva salarial. Por otro lado, el mercado de trabajo informal ajusta residualmente de modo que la oferta laboral total se mantiene.

²² Este modelo también pertenece a la categoría de *política fiscal*. Sin embargo, se ubica en el grupo de *pobreza y distribución del ingreso*, teniendo en cuenta que su objetivo último es producir indicadores de pobreza y de distribución del ingreso para los distintos segmentos de la población.

²³ Este modelo también pertenece a la categoría de *liberación comercial*. Sin embargo, se ubica en el grupo de *pobreza y distribución del ingreso*, teniendo en cuenta que su objetivo último es evaluar los indicadores de pobreza y desigualdad resultantes de un choque externo y que utiliza un modelo de microsimulación para dicho objetivo.

que, suponiendo constantes en términos reales los ingresos no laborales, representa el proceso de generación del ingreso de los hogares, haciendo énfasis en los aspectos laborales que intervienen en él. De esta forma, el impacto macroeconómico sobre la distribución del ingreso y la pobreza se da fundamentalmente a través de cambios en el estado ocupacional, la remuneración laboral y el precio de los bienes de consumo (Pardo et al., 2005)

Más adelante, Argüello C. (2010) utiliza un MEGC para estimar los efectos de corto plazo de la crisis internacional sobre los ingresos de los hogares en Colombia. En esta investigación los hogares son divididos por deciles de ingreso y se asume que, en el caso de Colombia, los principales canales de transmisión de los efectos de la crisis son el comportamiento del comercio internacional y de las remesas. Dado este supuesto, el objetivo del modelo es indagar acerca de los efectos de corto plazo de la crisis internacional e, indirectamente, sobre la pobreza y la distribución del ingreso, reduciendo los ingresos de los hogares por concepto de remesas.

Por otra parte, Botero (2012) utiliza un MEGC recursivo para analizar el impacto de posibles acciones de política pública sobre la informalidad y el desempleo, y por esa vía sobre la pobreza y la distribución del ingreso en la sociedad. El modelo tiene un escenario básico de evolución de la economía en cinco años, donde, al tiempo que se consideran las características relevantes de la economía colombiana (como la bonanza petrolera y minera), se asume que el salario mínimo real y la población calificada se incrementan al ritmo en que han aumentado en los últimos años, y se mantienen tanto los aportes parafiscales como los descuentos tributarios sobre la inversión en activos fijos.

El modelo tiene dos características adicionales: de una parte, considera explícitamente un mercado de servicios informales; y de otra incluye veinte hogares representativos, por cada decil de ingreso (uno urbano y otro rural). El modelo se usa para producir una secuencia de equilibrios, en los que se actualizan los stocks de capital de los sectores, los saldos de deuda pública, la población total y la población en edad de trabajar, y los factores exógenos que inciden sobre la economía colombiana. (Botero, 2012).

A continuación, Atuesta y Hewings (2013) utilizan un MEGC con microsimulación²⁴ para analizar los efectos sobre los salarios y las ofertas laborales, de una legalización de drogas ex ante en el bienestar económico de los

²⁴ Se consideran dos modelos econométricos: El modelo de participación laboral y el Sistema de Demanda Casi Ideal (NIDS)

hogares colombianos. El modelo incluye 64.119 hogares y 11 sectores productivos: uno de las drogas ilegales y 10 legales, entre los que se incluye la seguridad²⁵, que es tratada como un bien público ofrecida solo por el gobierno y financiada en su mayoría por Estados Unidos a través del Plan Colombia (el gobierno es la única institución que demanda y produce seguridad). La actividad ilegal utiliza trabajo rural y un factor de producción llamado factor ilegal, el cual no es pagado a los hogares sino al resto del mundo²⁶.

Economía regional:

En esta categoría únicamente se encuentra el modelo de equilibrio regional desarrollado por Valencia C. y Alviar R. (2013) para Antioquia. Aunque la formulación general de este tipo de modelos es básicamente igual a la de los modelos a nivel nacional, a continuación se presentan algunas diferencias entre los MEG nacionales y regionales:

- En términos del intercambio de bienes y la migración de recursos, las economías regionales tienen un grado de apertura mayor que las economías nacionales.
- En un MEG nacional, el gobierno se incorpora con un solo agente representativo, mientras que en un modelo regional el gobierno se desagrega en gobierno central, local y seguridad social.
- A nivel nacional, se requiere que el ahorro sea igual a la inversión; sin embargo, el modelo regional permite excesos de ahorro que fluyen a otras regiones. Esto no quiere decir que las autoridades regionales no puedan influir en las tasas de retorno a la inversión.
- En un modelo regional el problema del productor se resuelve en dos etapas: en primer lugar el productor decide cuánta cantidad destinar al mercado doméstico (para este caso: Antioquia y resto del país) y cuánta cantidad destinar al resto del mundo. En segundo lugar decide las cantidades óptimas destinadas a Antioquia (en este caso) y al resto del país. En este mismo sentido, la importación se puede modelar en dos niveles: en el primero, se resuelven las cantidades óptimas de demanda por bienes domésticos (para esta caso de Antioquia y el resto del país) y por bienes

²⁵ Esto debido a que en Colombia la producción y tráfico de drogas juegan un rol importante en la perpetuación del conflicto ya que representan ingresos para compra de armas y otros materiales.

²⁶ Esta cuenta se llama fuga de ingresos y esencialmente representa el costo de oportunidad de la prohibición (el dinero que los hogares no están recibiendo debido a la ilegalidad de las drogas).

importados (del resto del mundo). En un segundo nivel, se resuelven las cantidades demandas por bienes de Antioquia (para este caso) y de los provenientes del resto del país.

Política de infraestructura:

En esta categoría se encuentra únicamente el MEGC dinámico recursivo²⁷ construido por Perdomo (2005), para analizar cuál sería el impacto, sobre la economía colombiana, de adelantar una política de mejoramiento en las características de la infraestructura de transporte. En este modelo, la actividad productiva de las empresas se ve afectada por el acceso que las mismas tengan a los servicios de infraestructura; el valor agregado es una función Cobb-Douglas entre el capital y trabajo, que incluye una externalidad que relaciona el stock de capital en infraestructura de transporte con el nivel de capital de la economía y, por último, el gobierno tiene la posibilidad, en los ejercicios de simulación, de llevar a cabo un control de la política sobre la inversión pública en infraestructura que se desea implementar en la economía.

Sector agropecuario:

Teniendo en cuenta que el objetivo del presente trabajo es analizar, sobre la economía en general, los efectos de dos políticas del sector agropecuario; dentro de esta categoría se presentan, también, dos modelos internacionales desarrollados por De Janvry y Sadoulet.

En De Janvry y Sadoulet (1987) se analizaron diferentes políticas de precios agrícolas, subsidios a la comida, asignación de inversión intersectorial y efectos en la distribución del ingreso a través de los diferentes grupos sociales, con MEGC recursivos para 6 países: India, Perú, México, Egipto, Corea y Sri Lanka. El escenario dinámico consiste en secuencias de equilibrios estáticos año a año, basados en la actualización del stock de capital. Para Egipto se evaluaron 5 años, para Corea 9 años y para Sri Lanka 10 años.

Más adelante, Sadoulet y De Janvry (1992) construyeron un MEGC neoclásico para grupos de países de África y Asia con características estructurales similares, con el fin de analizar el impacto en los importadores de cereales pobres, ocasionado por el alza de los precios mundiales tras la liberalización del comercio de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). En el modelo se utiliza una especificación multimercado de la agricultura con el fin de

²⁷ Para un período de 100 años.

capturar la riqueza de los efectos de sustitución entre productos y factores; y se integran los efectos de corto y largo plazo sobre el crecimiento y el bienestar, mediante la actualización del stock de capital.

De estos dos modelos se resalta que hacen un análisis recursivo y que están relacionados con el sector agropecuario; sin embargo, en el primero se analizan tres políticas, de las cuales dos (eliminando la de precios agrícolas) no están dirigidas exclusivamente a la población rural, aunque están relacionadas con el sector. De esta manera, políticas como los subsidios a la comida benefician principalmente a la población urbana con menores ingresos, porque la población rural, aun cuando no tiene grandes extensiones de tierra para comercializar bienes del sector agropecuario, produce alimentos para su consumo. Por otro lado, la política de inversión intersectorial beneficia a todos los sectores de la economía y no sólo, al sector agropecuario.

Del segundo se destaca que desagrega las actividades del sector de la agricultura para incluir los efectos de sustitución que se dan; no sólo entre los productos, por los consumidores que los utilizan como bienes intermedios o por los consumidores finales; sino también entre los factores de producción que intervienen en su obtención.

A nivel nacional se encuentran los trabajos de Lora (1994) y Argüello, Valderrama y Acero (2011). De ambos es importante mencionar que analizan la distribución de ingresos; en el primero, Lora agrupa los hogares en grupos representativos, tal como De Janvry y Sadoulet en 1982; y en el segundo, los autores utilizan un modelo de microsimulación vinculado al MEG. Este análisis es importante, teniendo en cuenta las desigualdades de ingreso que se dan entre el sector rural y urbano.

Así, Lora (1994), teniendo en cuenta que entre 1990-1992 los ingresos reales en las zonas rurales cayeron cerca del 14% en términos reales, mientras que los urbanos aumentaron 11% (brecha de 25 puntos), busca identificar el papel que jugaron los cambios de política en dicha crisis rural, por medio de un MEG con una versión de corto y una de largo plazo, usando variables rápidas y lentas; suponiendo que en el corto plazo las variables lentas no se ajustan, mientras que en el largo plazo sí. En el modelo, las familias urbanas y rurales se dividen por deciles de ingreso.

Por último, Argüello, Valderrama y Acero (2011) desarrollaron un MEGC neoclásico estático especializado en agricultura, conjuntamente con un modelo de microsimulación que permite la reubicación laboral efectiva de 13.000 hogares,

con el objetivo de estimar los efectos del programa Agro Ingreso Seguro (AIS)²⁸ a los niveles macro y micro. A nivel macro evalúan el impacto de esta nueva política agrícola en los precios relativos de productos, cantidad de producción, el empleo por sector y los rendimientos de los factores reales. Los cambios en las variables macro se introducen en el modelo de microsimulación, para evaluar los cambios en los ingresos de los hogares rurales y su incidencia sobre la pobreza.

En el MEGC, de los 31 sectores productivos, 22 pertenecen al sector agropecuario: 10 cultivos estacionales, 8 cultivos perennes y 4 cultivos perennes que todavía no son productivos (inversión). En los sectores no agrícolas hay dos de servicios (servicios en general y financieros) y hay dos que proveen insumos agrícolas (fertilizantes y otros agroquímicos). El valor agregado es producido por trabajo, capital, tierra y fertilizantes. La tierra es solo utilizada en cultivos así que los otros sectores solo utilizan trabajo y capital (Argüello et al., 2011)

²⁸ En el modelo, este programa de subsidios es financiado con el incremento de impuestos directos. Ambos, los impuestos de hogares y firmas, son elevados en proporción con el fin de incrementar los ingresos del gobierno y poder implementar esta política.

4. Las características de la Matriz de Contabilidad Social (MCS) y su reelaboración

Características de la MCS:

En la MCS, elaborada por el DANE para el año 2010, hay 61 sectores productivos a nivel nacional e internacional; seis agentes: hogares, empresas no financieras, instituciones financieras, instituciones sin fines de lucro que sirven a los hogares (ISFLSH), gobierno y resto del mundo; y los siguientes impuestos: impuestos excepto IVA, IVA no deducible, impuestos sobre las exportaciones, impuestos sobre la producción, impuestos sobre el ingreso y la riqueza y subvenciones a los productos.

En primer lugar, las entradas del gobierno proceden del capital; de las transferencias de los hogares, las empresas no financieras, las instituciones financieras y el resto del mundo; transferencias internas; y de los siguientes impuestos: impuestos excepto IVA, IVA no deducible, impuesto sobre las importaciones, impuestos sobre el ingreso y la riqueza e impuestos netos sobre la producción.

Con sus ingresos, el gobierno hace transferencias a los agentes; compra algunos bienes y servicios (únicamente domésticos); paga el IVA no deducible, los impuestos sobre las exportaciones, sobre el ingreso y la riqueza, y las subvenciones a los productos; e invierte en la cuenta de capital.

Los hogares obtienen ingresos por trabajo, ingreso mixto, capital y por transferencias de los agentes. Los ingresos por trabajo y por ingreso mixto están desagregados entre educación *hasta la secundaria y superior*. El ingreso por trabajo es mayor para la educación superior, mientras que el ingreso mixto es mayor para la educación secundaria. Sin embargo, el ingreso más alto para los hogares proviene del capital.

En este mismo sentido, los hogares utilizan sus ingresos para hacer transferencias a los agentes, comprar bienes y servicios (domésticos e importados), pagar impuestos (excepto el impuesto sobre la producción) e invertir en la cuenta de capital.

Por otro lado, las empresas no financieras y las instituciones financieras obtienen ingresos por capital y por transferencias de los agentes. Mientras que los ingresos de las ISFLSH provienen de transferencias de los hogares, empresas no financieras, instituciones financieras y del gobierno.

Las empresas no financieras, las instituciones financieras y las ISFLSH realizan transferencias a los agentes, pagan los impuestos sobre el ingreso y la riqueza e invierten en la cuenta de capital.

Por su parte, el resto del mundo obtiene ingresos por trabajo (únicamente para educación superior); por transferencias de los hogares, las empresas no financieras, las instituciones financieras y el gobierno; y por la venta de bienes y servicios importados.

Con sus ingresos, el resto del mundo compra trabajo de educación superior; hace transferencias a los hogares, empresas no financieras e instituciones financieras; compra algunos bienes y servicios; paga *impuestos excepto IVA*, e impuestos sobre el ingreso y la riqueza; e invierte en la cuenta de capital.

En cuanto a las inversiones en la cuenta de capital, las empresas no financieras son las que más invierten (52,781 billones de pesos), seguidas de los hogares (37,207 billones de pesos), el resto del mundo (19,114 billones de pesos), el gobierno (5,914 billones de pesos), las instituciones financieras (5,451 billones de pesos) y las ISFLSH (104 mil millones de pesos).

El impuesto que más recauda es el impuesto sobre el ingreso y la riqueza (29,971 billones de pesos), en segundo lugar está el IVA no deducible (29,927 billones de pesos), seguido de los impuestos netos sobre la producción (12,213 billones de pesos), los impuestos excepto IVA (11,655 billones de pesos) y los impuestos sobre las importaciones (4,672 billones de pesos). Las subvenciones a los productos ascienden a 551 mil millones de pesos.

Reelaboración de la MCS

La transformación de la MCS se hace en dos pasos: primero se hace una matriz cuadrada y posteriormente, una matriz en formato de modelado, cuyas columnas y filas suman cero. Adicionalmente, teniendo presente el MEGC que se quiere desarrollar para analizar las dos políticas agropecuarias, se realizan los siguientes ajustes:

- Los 61 sectores productivos se agregaron en doce sectores, a saber:

Tabla 3. Sectores productivos de la matriz transformada

A	Productos de café
B	Otros productos agrícolas
C	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
D	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados
E	Carnes y pescados
F	Productos lácteos
G	Productos de café y trilla
H	Azúcar y panela
I	Cacao, chocolate y productos de confitería
J	Productos de tabaco
K	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables
L	Resto de la economía

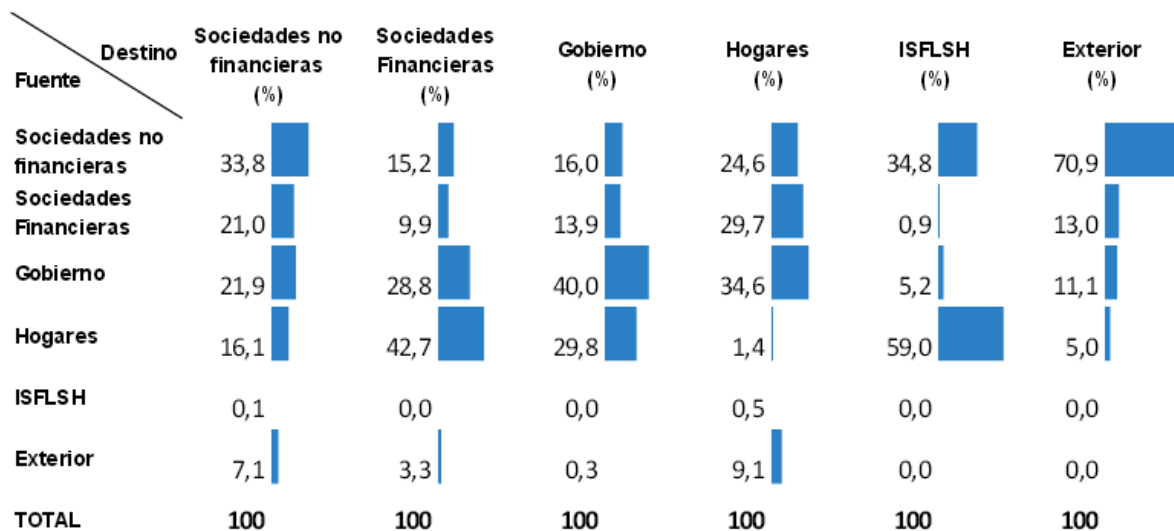
- Los ingresos por trabajo *PL* y por ingreso mixto incluyen la información agregada de la educación secundaria y superior.

El ingreso mixto puede descomponerse entre la remuneración al trabajo y al capital; tal como expone Céspedes Rangel (2011), quien emplea la metodología propuesta por Daza y Franco en 2009, asociando el ingreso mixto al ingreso de los trabajadores independientes, mediante un algoritmo de *matching*. Sin embargo, a la luz del presente trabajo no se requiere la desagregación del ingreso mixto, de tal manera que el valor agregado se compone por la remuneración al trabajo, la remuneración al capital (excedente bruto de explotación) y el ingreso mixto.

- La información de los hogares, las empresas no financieras, las instituciones financieras y las ISFLSH se agregó en un único agente denominado *hogares*.
- Se consolidan los ingresos de trabajo pagados por y hacia el resto del mundo. En este mismo sentido, el ingreso de trabajo pagado por el resto del mundo es considerado como una transferencia de dicho agente a los *hogares*.
- Se consolidan las transferencias entre el resto del mundo y el gobierno; el resto del mundo y los *hogares*; y los *hogares* y el gobierno. Al respecto, los impuestos indirectos pagados por el resto del mundo, los *hogares* y las cuentas de capital son considerados como transferencias de estos al gobierno. Así mismo, los impuestos pagados por el gobierno son consolidados como transferencias del gobierno al gobierno. Además, los

impuestos directos pagados por los *hogares* son consolidados con las transferencias de los *hogares* al gobierno.

- Se eliminan las transferencias internas entre los agentes: *hogares-hogares*, gobierno-gobierno y resto del mundo-resto del mundo.
- Colombia presenta un superávit comercial de 27,492 billones de pesos. De estos, el gobierno y los *hogares* transfieren al resto del mundo 2,505 y 20,818 billones de pesos, respectivamente. El saldo, que asciende a 4,169 billones de pesos, es aportado teniendo en cuenta la composición del ingreso del resto del mundo (Exterior) en la Figura 2, es decir, el 11,1% es transferido por el gobierno y el 88,9% por los *hogares*.



Fuente: DANE

Cálculos: Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

¹Instituciones sin fines de lucro que sirven a los hogares (ISFLSH)

Figura 2. Composición del ingreso por sector institucional según su origen (Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales, 2015, p. 5)

En el Anexo 1 se encuentra la matriz cuadrada y en el Anexo 2 la matriz en formato de modelado.

5. El marco teórico del modelo y sus características

Dado que los modelos econométricos sirven principalmente para evaluar escenarios ya existentes (evaluaciones ex post) y que, por otro lado, los MEGC sirven principalmente para diseñar escenarios razonables para analizar políticas agropecuarias, comerciales, sociales, entre otras (evaluaciones ex ante), se desarrollará un MEGC para el análisis de políticas públicas en materia agropecuaria.

Los MEGC se basan en la estructura socioeconómica de una Matriz de Contabilidad Social – MCS (SAM, por sus siglas en inglés), con su desagregación multisectorial y multiclase y abarcan componentes macroeconómicos como la inversión y el ahorro, la balanza de pagos y el presupuesto del gobierno. Por lo tanto, resultan muy útiles para el análisis de políticas. En estos modelos las decisiones de los agentes son sensibles a los precios y los mercados concilian las decisiones de oferta y demanda. (Sadoulet & de Janvry, 1995, p. 386)

Los MEGC se han construido para simular los impactos económicos y sociales de una amplia gama de escenarios, como los siguientes:

- a. Shocks externos, como cambios adversos en términos de intercambio (por ejemplo un incremento en el precio del petróleo importado o una disminución en el precio de los principales productos de exportación del país) y la reducción del endeudamiento externo forzada. Dado que las divisas son escasas en los países en desarrollo, el tema de los shocks externos, el rastreo de su impacto en toda la economía y el diseño de las medidas de estabilización han jugado un papel importante en el trabajo empírico de los MEGC.
- b. Los cambios en las políticas económicas: Los impuestos y subsidios son los instrumentos de política más analizados, especialmente en el sector del comercio. Estos modelos también se utilizan para observar los cambios en el tamaño y composición de los gastos e inversiones corrientes del gobierno.
- c. Los cambios en la estructura económica y social interna, como el cambio tecnológico en la agricultura, la redistribución de los activos y la formación de capital humano. (Sadoulet & de Janvry, 1995, p. 386)

Los MEGC son utilizados por entidades como el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (International Food Policy Research Institute - IFPRI), quienes han desarrollado varios de estos modelos, entre los que

se encuentra “Economywide impact of maize export bans on agricultural growth and household welfare in Tanzania – A Dynamic Computable General Equilibrium Model Analysis” con el que se estudia el impacto de las prohibiciones a la exportación en Tanzania. (Diao, Kennedy, Mabiso, & Pradesha, 2013)

Así mismo, La Asociación para la Política Económica (Partnership for Economic Policy – PEP) ha realizado varios MEGC, entre los que se encuentra: “Public Investment in Irrigation and Training for Agriculture-led Development: A CGE approach for Ethiopia”, con el que se busca medir el impacto de la inversión pública en el riego a pequeña escala y la formación de los agricultores, en el crecimiento y el desarrollo impulsado por la agricultura. (Mitik & Engida, 2013)

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO desarrolló MOSAICC (Modelling System for Agricultural Impacts of Climate Change), para llevar a cabo la evaluación del impacto del cambio climático en la agricultura, a través de simulaciones. Uno de los componentes fundamentales de este sistema es un MEGC, el cual es utilizado para evaluar el efecto de los cambios en los rendimientos de las economías nacionales. (Kanamaru, Hiepe, & Ramasamy, n.d.)

Características del modelo

El MEGC que se desarrolla en el presente trabajo (Anexo 3), para analizar dos políticas agropecuarias en Colombia, tiene las siguientes características generales:

- Es escrito en lenguaje mpsge (*mathematical programming system for general equilibrium analysis*), en el sistema de modelado de alto nivel para la programación y optimización matemática GAMS (*General Algebraic Modeling System*).
- Es calibrado con la Matriz de Contabilidad Social – MCS desarrollada por el DANE para el año 2010 y ajustada, tal como se explica en la sección anterior, para poner un mayor énfasis en el sector agropecuario (Ver Anexos 1 y 2). De esta manera, el sector agropecuario se presenta desagregado y el resto de sectores de la economía se agregan en el sector *resto de la economía*.
- Es estático, para una economía pequeña abierta.

- Hay competencia perfecta en los sectores productivos.
- No hay desempleo.
- La teoría de Armington es utilizada para las importaciones.
- El ahorro real de los *hogares* es considerado como una fracción de su ingreso neto, es decir, los *hogares* no intentan optimizar su ahorro.
- La tecnología de producción es:

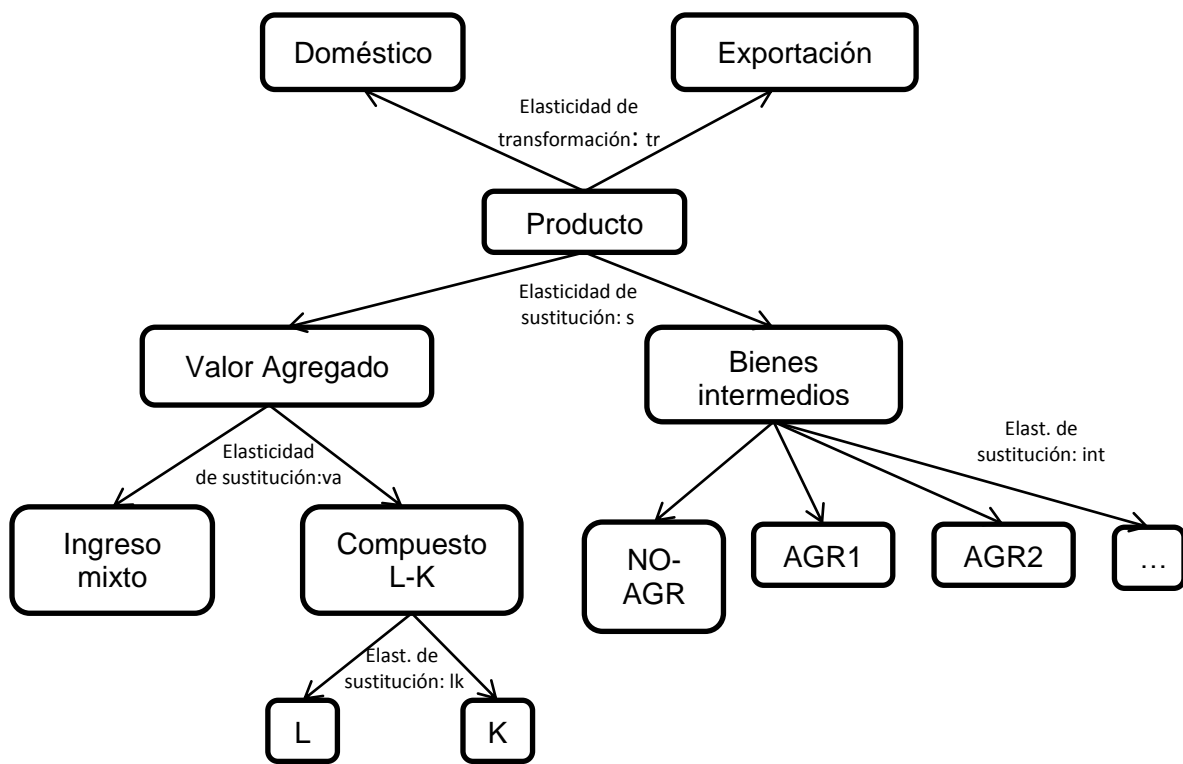


Figura 3. Tecnología de producción

- Las elasticidades de sustitución Armington para Colombia son establecidas de acuerdo con Lozano Karanauskas (2004, p. 17), Karl (2004, p. 473) y Martín & Ramírez (2004, p. 18). Por su parte, las elasticidades de transformación son fijadas a partir de los trabajos de Karl (2004, p. 473) y Martín & Ramírez (2004, p. 18). Por último, las elasticidades de sustitución entre trabajo y capital son tomadas de Pessoa, Pessoa, & Rob (2005).

6. Las simulaciones en el modelo

Las dos políticas del sector agropecuario que se simulan mediante el MEGC son: el Incentivo a la Capitalización Rural (ICR) y la disminución del IVA en el sector agropecuario, manteniendo fijo el gasto del gobierno en ambos escenarios.

Teniendo en cuenta que, para el 2015, el presupuesto del Incentivo a la Capitalización Rural (ICR) no está distribuido en todos los sectores agropecuarios, sino tal como se indica en la Tabla 1; este se aplica como un subsidio sobre la utilización del factor de producción *capital*, en los siguientes sectores productivos:

Tabla 4. Sectores productivos beneficiarios del ICR en el MEGC

A	Productos de café
B	Otros productos agrícolas
F	Productos lácteos
G	Productos de café y trilla
I	Cacao, chocolate y productos de confitería

En este mismo sentido, debido a que el porcentaje de reconocimiento de este incentivo es de hasta 30% para los pequeños productores y de hasta 15% para los medianos productores; y a que el 60% del total de los recursos será destinado a pequeños productores y el 40% restante para medianos productores; el subsidio aplicado en el MEGC es del 24%²⁹.

Por otro lado, la disminución del IVA es representada reduciendo los impuestos indirectos de los sectores agropecuarios (A-K), hasta que el gasto del gobierno alcanza el valor obtenido con la simulación del ICR³⁰. De esta manera, se analizan los efectos sobre la economía en general de estas dos políticas del sector agropecuario colombiano, manteniendo fijo el gasto del gobierno en ambos escenarios.

Resultados de las simulaciones

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la simulación del ICR, resaltando los sectores productivos beneficiarios de esta política en el MEGC. De

²⁹ $30 \cdot 0,6 + 15 \cdot 0,4 = 24$

³⁰ Los impuestos indirectos que cumplen con esta condición equivalen al 54,9838% de los impuestos indirectos de benchmark.

dichos sectores se puede decir que la producción doméstica aumenta, así como las importaciones y la producción del bien compuesto (Armington); mientras que los precios de los bienes importados y exportados disminuyen. Es de resaltar que el precio de los factores que incluyen al capital (PK, MI) también sube. Además, la política del ICR origina un menor gasto por parte del gobierno en el sector *resto de la economía*.

Tabla 5. Resultados de las simulaciones con ICR

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Producción doméstica	Productos de café	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
	Otros productos agrícolas	Carnes y pescados	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables
	Productos lácteos		Resto de la economía
	Productos de café y trilla		
	Azúcar y panela		
	Cacao, chocolate y productos de confitería		
	Productos de tabaco		

	Aumentan	Se mantienen	Disminuyen
Exportaciones	Otros productos agrícolas	Azúcar y panela	Productos de café
	Productos lácteos	Cacao, chocolate y productos de confitería	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
	Productos de café y trilla		Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados
	Productos de tabaco		Carnes y pescados
			Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables
			Resto de la economía

	Aumentan	Se mantienen	Disminuyen
Importaciones	Productos de café		
	Otros productos agrícolas		
	Productos de		

	silvicultura, extracción de madera y actividades conexas		
	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados		
	Carnes y pescados		
	Productos lácteos		
	Productos de café y trilla		
	Azúcar y panela		
	Cacao, chocolate y productos de confitería		
	Productos de tabaco		
	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables		
	Resto de la economía		

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Producción del bien compuesto (Armington)	Productos de café	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
	Otros productos agrícolas	Carnes y pescados	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables
	Productos lácteos		Resto de la economía
	Productos de café y trilla		
	Azúcar y panela		
	Cacao, chocolate y productos de confitería		
	Productos de tabaco		

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Precio de los bienes domésticos	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas	Productos de café	Otros productos agrícolas

	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados	Cacao, chocolate y productos de confitería	Productos lácteos
	Carnes y pescados		Productos de café y trilla
	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables		Azúcar y panela
	Resto de la economía		Productos de tabaco

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Precio de los bienes exportados			Productos de café
			Otros productos agrícolas
			Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
			Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados
			Carnes y pescados
			Productos lácteos
			Productos de café y trilla
			Azúcar y panela
			Cacao, chocolate y productos de confitería
			Productos de tabaco
		Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables	
		Resto de la economía	

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Precio de los bienes importados			Productos de café
			Otros productos agrícolas
			Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
			Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados
			Carnes y pescados
			Productos lácteos
			Productos de café y trilla
			Azúcar y panela
			Cacao, chocolate y

			productos de confitería
			Productos de tabaco
			Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables
			Resto de la economía

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Precio del bien compuesto (Armington)	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas	Productos de café	Otros productos agrícolas
	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables	Productos lácteos
	Carnes y pescados		Productos de café y trilla
	Resto de la economía		Azúcar y panela
			Cacao, chocolate y productos de confitería
			Productos de tabaco

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Empleo en los sectores productivos (no hay desempleo)	Productos de café		Otros productos agrícolas
	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados		Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
	Carnes y pescados		Productos lácteos
	Azúcar y panela		Productos de café y trilla
	Productos de tabaco		Cacao, chocolate y productos de confitería
			Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables
			Resto de la economía

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Otras variables	Precio del capital (PK)	Precio del trabajo (PL)	Ahorro de los hogares
	Ingreso mixto (MI)		Inversiones
	Gasto de los hogares		Gasto del Gobierno en el sector Resto de la economía
	Índice de precios al Gobierno		

Por otra parte, la reducción del IVA en los sectores agropecuarios implica un incremento de los precios del bien compuesto (Armington) del *resto de la economía*, así como de sus precios domésticos. Uno de los efectos más polémicos de esta política es la migración de los trabajadores del sector productivo *resto de la economía* a todos los sectores agropecuarios. En la tabla 6 se presentan los resultados de esta política, resaltando el sector *resto de la economía*, al cual no se le aplica la reducción del IVA:

Tabla 6. Resultados de las simulaciones con reducción del IVA en sectores agropecuarios

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Producción doméstica	Productos de café	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas	
	Otros productos agrícolas	Resto de la economía	
	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados		
	Carnes y pescados		
	Productos lácteos		
	Productos de café y trilla		
	Azúcar y panela		
	Cacao, chocolate y productos de confitería		
	Productos de tabaco		
	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables		

	Aumentan	Se mantienen	Disminuyen
Exportaciones	Productos de café	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas	Resto de la economía
	Otros productos agrícolas		
	Productos de la pesca, la acuicultura y		

	servicios relacionados		
	Carnes y pescados		
	Productos lácteos		
	Productos de café y trilla		
	Azúcar y panela		
	Cacao, chocolate y productos de confitería		
	Productos de tabaco		
	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables		

	Aumentan	Se mantienen	Disminuyen
Importaciones	Productos de café	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados
	Otros productos agrícolas		Productos de tabaco
	Carnes y pescados		Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables
	Productos lácteos		
	Productos de café y trilla		
	Azúcar y panela		
	Cacao, chocolate y productos de confitería		
	Resto de la economía		

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Producción del bien compuesto (Armington)	Productos de café	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas	
	Otros productos agrícolas	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables	
	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios	Resto de la economía	

	relacionados		
	Carnes y pescados		
	Productos lácteos		
	Productos de café y trilla		
	Azúcar y panela		
	Cacao, chocolate y productos de confitería		
	Productos de tabaco		

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Precio de los bienes domésticos	Resto de la economía	Productos de café	Otros productos agrícolas
			Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
			Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados
			Carnes y pescados
			Productos lácteos
			Productos de café y trilla
			Azúcar y panela
			Cacao, chocolate y productos de confitería
			Productos de tabaco
		Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables	

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Precio de los bienes exportados		Productos de café	
		Otros productos agrícolas	
		Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas	
		Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados	
		Carnes y pescados	
		Productos lácteos	
		Productos de café y trilla	

		Azúcar y panela	
		Cacao, chocolate y productos de confitería	
		Productos de tabaco	
		Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables	
		Resto de la economía	

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Precio de los bienes importados		Productos de café	Otros productos agrícolas
		Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
		Carnes y pescados	Productos de café y trilla
		Productos lácteos	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables
		Azúcar y panela	Resto de la economía
		Cacao, chocolate y productos de confitería	
		Productos de tabaco	

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Precio del bien compuesto (Armington)	Resto de la economía	Productos de café	Otros productos agrícolas
			Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas
			Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados
			Carnes y pescados
			Productos lácteos
			Productos de café y trilla
			Azúcar y panela
			Cacao, chocolate y productos de confitería
			Productos de tabaco
			Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Empleo en los sectores productivos (no hay desempleo)	Productos de café		Resto de la economía
	Otros productos agrícolas		
	Productos de silvicultura, extracción de madera y actividades conexas		
	Productos de la pesca, la acuicultura y servicios relacionados		
	Carnes y pescados		
	Productos lácteos		
	Productos de café y trilla		
	Azúcar y panela		
	Cacao, chocolate y productos de confitería		
	Productos de tabaco		
	Productos de madera, corcho, paja y materiales trenzables		

	Aumenta	Se mantiene	Disminuye
Otras variables	Precio del trabajo (PL)		Ahorro de los hogares
	Precio del capital (PK)		Inversiones
	Ingreso mixto (MI)		Gasto del Gobierno en el sector Resto de la economía
	Gasto de los hogares		
	Índice de precios al Gobierno		

Las dos políticas analizadas ocasionan la elevación del gasto (consumo) de los *hogares* y del índice de precios al gobierno; así como el descenso del ahorro de los *hogares* y de las inversiones. El consumo del gobierno también disminuye; sin embargo, éste llega al mismo nivel en ambos escenarios para garantizar la comparación del efecto en la economía de ambas políticas, con el mismo gasto del gobierno.

7. Conclusiones

- El ICR no implica una tendencia de ventaja para los sectores productivos beneficiarios de este incentivo, frente a los demás sectores. La producción doméstica y las importaciones de dichos sectores aumenta así como la de otros sectores; y los precios de estos bienes al interior del país no presentan un comportamiento diferenciado.
- Con ambas políticas el gasto de los *hogares* está aumentando y su ahorro está disminuyendo. Esto se debe a que el ahorro de los *hogares* es considerado como una fracción de su ingreso neto.
- Teniendo en cuenta que este es un modelo neoclásico, sin imperfecciones en los mercados, con oferta laboral fija, y estático; y que por consiguiente ignora los efectos de los mercados competitivos, del desempleo y de largo plazo; la reducción del IVA (impuesto indirecto) en los sectores agropecuarios, ocasiona la disminución de los precios relativos de los insumos³¹ que sirven para producir los bienes de estos sectores, y de esta manera aumenta la producción en estos sectores. Por esta razón y porque dichos sectores son más intensivos en mano de obra, los trabajadores desde *el resto de la economía* migran hacia todos los sectores agropecuarios.

Sin embargo, los supuestos de esta economía neoclásica no aprehenden completamente las especificidades de la realidad colombiana; por esta razón Bejarano (2015) señala que algunos de los resultados pueden no validarse en la realidad e incluso ser difíciles de soportar como, por ejemplo, la migración de trabajadores desde el resto de la economía hacia los sectores agropecuarios, quizás eso se observa en los casos de un boom minero y petrolero (movilidad urbano--rural) y eventualmente con el desarrollo de grandes proyectos agroindustriales, por ejemplo en Palma. Así mismo, es más usual la movilidad entre cultivos o entre regiones agrícolas, ya que tratándose de un incentivo común, de todas maneras no impacta igual a los diferentes cultivos.

³¹ Los precios relativos de los insumos disminuyen para el productor.

En este sentido, el modelo actual podría complementarse con investigaciones adicionales que extiendan el modelo neoclásico, de tal manera que capture las imperfecciones de la economía colombiana.

- Otro resultado del modelo, con la reducción del IVA en los sectores agropecuarios, es que el aumento de la producción en estos sectores está ocasionando una mayor oferta y, en consecuencia, los precios de los productos de dichos sectores están disminuyendo al interior del país³² y su consumo interno está aumentando. Se resalta que aunque la producción del sector *Productos de café* también está aumentando, este es el único sector agropecuario para el que el precio al interior del país se mantiene constante.

Al respecto, Bejarano (2015) indica que es factible que una disminución de precios no modifique gran cosa el consumo, pues la demanda de alimentos tiene que ver mucho con el ingreso y eventualmente podría incidir en el consumo de algunos estratos pero no en todos. Podría aceptarse como efecto neto impactando más algunos productos que otros y algunos sectores de la población.

Puede suceder también que la reducción de precios al productor no llegue al consumidor pues queda en manos de la agroindustria o de los comerciantes. Incluso está el problema de la elasticidad del productor a un cambio de precios derivado de menos impuestos (Bejarano, 2015).

Para evidenciar los efectos sobre los diferentes sectores de la población, el modelo actual podría complementarse, en investigaciones adicionales, con información más detallada de los hogares colombianos, para no tener un solo agente representativo de todos los hogares.

³² Aun cuando el precio total de los factores está incrementando para elevar la producción.

Bibliografía

- Argüello C., R. (2010). International crisis and poverty in Colombia: short term effects. *Perfil de Coyuntura Económica*, (15), 9–32.
- Argüello, R., Valderrama, D., & Acero, S. (2011). *Poverty Impacts of Agricultural Policy Adjustments in an Opening Economy: The Case of Colombia* (SSRN Scholarly Paper No. ID 2365843). Rochester, NY: Social Science Research Network. Retrieved from <http://papers.ssrn.com/abstract=2365843>
- Atuesta, L., & Hewings, G. (2013). Economic Welfare Analysis of the Legalization of Drugs: A CGE Microsimulation Model for Colombia. *Economic Systems Research*, 25(2), 190–211. <http://doi.org/10.1080/09535314.2012.728130>
- Bejarano, E. (2015, August 18). Conceptos Trabajo Final Ana María Pinzón.
- Botero, J. (2005). *Estimación del impacto sobre el empleo de los tratados de libre comercio en Colombia: análisis de equilibrio general computable*. Naciones Unidas - Cepal. Retrieved from <http://www.cepal.org/es/publicaciones/4804-estimacion-del-impacto-sobre-el-empleo-de-los-tratados-de-libre-comercio-en>
- Botero, J. (2011). Impuestos al capital y al trabajo en Colombia: un análisis mediante equilibrio general computable, (33), 49 – 69.
- Botero, J. (2012). 19 Desempleo e informalidad en Colombia: un análisis de equilibrio general computable. In *El mercado de trabajo en Colombia: hechos, tendencias e instituciones* (pp. 795–839). Colombia: Banco de la República de Colombia. Retrieved from http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/lbr_merc_trab_4.pdf
- Botero, J., & Gutiérrez, D. (2008). *Evaluando Impactos Externos Mediante Un Modelo De Equilibrio General Computable Con Competencia Imperfecta: El Caso Colombiano* (SSRN Scholarly Paper No. ID 2459623). Rochester, NY: Social Science Research Network. Retrieved from <http://papers.ssrn.com/abstract=2459623>
- Bussolo, M., Roland-Holst, D., & van der Mensbrugge, D. (1998). *The technical specification of FEDESARROLLO's: Long Run General Equilibrium Model* (WORKING PAPERS SERIES. DOCUMENTOS DE TRABAJO No. 009207). FEDESARROLLO. Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/col/000123/009207.html>
- Céspedes Rangel, E. (2011). *Una matriz de contabilidad social con informalidad 2007: documentación técnica* (Archivos de Economía No. 377) (p. 79). Bogotá D.C.: Departamento Nacional de Planeación. Retrieved from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/377.pdf>

- Congreso de la República. Ley 1133 de 2007, Pub. L. No. 1133 de 2007 (2007). Retrieved from http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1133_2007.html
- De Janvry, A., & Sadoulet, E. (1987). Agricultural Price Policy in General Equilibrium Models: Results and Comparisons. *American Journal of Agricultural Economics*, 69(2), 230–246.
- Diao, X., Kennedy, A., Mabiso, A., & Pradesha, A. (2013, August). Economywide impact of maize export bans on agricultural growth and household welfare in Tanzania - A dynamic computable general equilibrium model analysis. Retrieved April 19, 2015, from <http://www.ifpri.org/publication/economywide-impact-maize-export-bans-agricultural-growth-and-household-welfare-tanzania>
- Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. (2015). *Boletín técnico - Matriz de Contabilidad Social 2010* (Boletín técnico) (p. 10). Bogotá D.C.: Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Retrieved from http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/especiales/Boletin_MCS_2010.pdf
- Equipo Técnico de Presidencia. (2014, August). Perspectivas del Sector Agropecuario colombiano 2014. Retrieved April 25, 2015, from <https://www.finagro.com.co/noticias/perspectivas-del-sector-agropecuario-colombiano-2014>
- Esguerra U., M., Iregui B., A., & Ramírez G., M. (2002). *Colombia and East Asia Trade relations and future prospects: an analysis using a CGE model* (Borradores de Economía No. 238). Bogotá D.C.: Banco de la República de Colombia. Retrieved from <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/borra238.pdf>
- FINAGRO. (2015a, March 26). \$347 mil millones para incrementar productividad y modernizar el agro. Retrieved April 25, 2015, from <https://www.finagro.com.co/noticias/347-mil-millones-para-incrementar-productividad-y-modernizar-el-agro>
- FINAGRO. (2015b, March 27). Presupuesto ICR. Retrieved April 25, 2015, from <https://www.finagro.com.co/estad%3%adsticas/presupuesto-icr>
- FINAGRO. (2015c, April 16). Manual de Servicios - CAPÍTULO IV Incentivo a la Capitalización Rural- ICR. Retrieved April 25, 2015, from <https://www.finagro.com.co/normas/manual-de-servicios>
- Gracia, O., & Zuleta, H. (2009). Tratado de Libre Comercio entre Colombia y Estados Unidos: ¿Qué impacto puede tener en Colombia?, 99 – 149.

- Hernández, G. A., Prada, S., & Ramírez, J. M. (2001, May 7). Impacto Económico del programa de Desarrollo Alternativo del Plan Colombia [MPRA Paper]. Retrieved April 9, 2015, from <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/17844/>
- Hurtado Vera, G. G. (2014, May 3). El campesinado en Colombia, un asunto de abandono y olvido. Retrieved from <http://elpueblo.com.co/el-campesinado-en-colombia-un-asunto-de-abandono-y-olvido/>
- Kanamaru, H., Hiepe, C., & Ramasamy, S. (n.d.). MOSAICC. Retrieved April 19, 2015, from <http://www.fao.org/climatechange/mosaicc/en/>
- Karl, C. (2004). How Can Tax Policies and Macroeconomic Shocks Affect the Poor? A Quantitative Assessment Using a Computable General Equilibrium Framework for Colombia. *Ensayos Sobre Política Económica*. Retrieved from <http://econpapers.repec.org/article/col000107/002796.htm>
- Lay, J., & Bussolo, M. (2003). *Globalization and poverty changes in Colombia* (No. 28734) (pp. 1–38). The World Bank. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/2003/04/3273026/globalization-poverty-changes-colombia>
- Light, M. (2004). FTAA and Service Liberalization in Colombia. Retrieved April 15, 2015, from <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=169117784005>
- Light, M. K., & Rutherford, T. F. (2003). *Free Trade Area of the Americas An impact Assessment for Colombia* (Archivos de Economía No. 222) (p. 31). Departamento Nacional de Planeación. Retrieved from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/222.pdf>
- López, E., Ripoll, M., & Cepeda, F. (1994). *Crónica de los modelos de equilibrio general en Colombia* (Borradores de Economía No. 013) (p. 84). Bogotá D.C.: Banco de la República de Colombia. Retrieved from <http://www.banrep.gov.co/es/borrador-13>
- Lora, E. (1994). La crisis rural y política económica en el corto plazo y el mediano plazo. Retrieved from <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/1382>
- Lozano Karanauskas, C. (2004). *Elasticidades de sustitución Armington para Colombia* (Archivos de Economía No. 002568). Departamento Nacional de Planeación. Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/col/000118/002568.html>
- Martín, C. P., & Ramírez, J. M. (2004). *El impacto económico de un acuerdo parcial de libre comercio entre Colombia y Estados Unidos* (Borradores de Economía No. 326) (p. 41). Banco de la República de Colombia. Retrieved from <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/pdfs/borra326.pdf>
- Mitik, L., & Engida, E. (2013, April). Public Investment in Irrigation and Training for an Agriculture-led Development: a CGE Approach for Ethiopia. Retrieved April 19,

- 2015, from <http://www.pep-net.org/public-investment-irrigation-and-training-agriculture-led-development-cge-approach-ethiopia>
- Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva. (2014). *Boletín de Coyuntura Económica Producto Interno Bruto - III Trimestre de 2014* (p. 3). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Retrieved from <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/indicadores/economicos/BOLETIN%20PIB%20III%20TRIMESTRE%202014.pdf>
- Ortega L., J. R., Piraquive, G. A., Hernández, G. A., Soto Losada, C., Prada, S. I., & Ramírez, J. M. (2000). *Incidencia fiscal de los incentivos tributarios* (Archivos de Macroeconomía No. 140) (p. 46). Departamento Nacional de Planeación. Retrieved from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/140.pdf>
- Pardo, O., Perdomo, A., Delgado, C., & Lozano, C. (2005). *Colombia y el TLC: Efectos sobre la Distribución del Ingreso y la Pobreza* (ARCHIVOS DE ECONOMÍA). DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Retrieved from <http://econpapers.repec.org/paper/col000118/011230.htm>
- Perdomo, Á. A. (2005). Modelo de infraestructura en transporte: El capital de infraestructura como un capital complementario.
- Pessoa, S. de A., Pessoa, S. M., & Rob, R. (2005). *Elasticity of Substitution between Capital and Labor and its applications to growth and development* (PIER Working Paper Archive No. 05-012). Penn Institute for Economic Research, Department of Economics, University of Pennsylvania. Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/pen/papers/05-012.html>
- Ramírez, M., Acosta, O., Karl E., C., & Gracia, O. (2006). Fiscal Adjustment, Income Distribution and Poverty in Colombia: Value-Added Tax Reform and Public Transfers. Presented at the 5th PEP Research Network General Meeting, Addis Ababa, Ethiopia. Retrieved from http://anciensite.pep-net.org/fileadmin/medias/pdf/files_events/5th_ethiopia/Ramirez.pdf
- Redacción Economía y Negocios. (2015, April 16). Dignidad agropecuaria, indignada por señalamiento de sesgo político. Retrieved April 25, 2015, from <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/reclamo-de-dingidades-agropecuarias/15579160>
- Restrepo, J. C., & Bernal Morales, A. (2014, August 2). La cuestión agraria. Retrieved April 25, 2015, from <http://www.elspectador.com/noticias/economia/cuestion-agraria-articulo-508322>
- Rutherford, T. F., & Light, M. K. (2002). *A General Equilibrium Model for Tax Policy Analysis in Colombia: The MEGATAX model* (Archivos de Economía No. 188) (p. 41). Colombia: Departamento Nacional de Planeación. Retrieved from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/188.pdf>

- Rutherford, T. F., Light, M. K., & Barrera, F. (2003). *Equity and efficiency costs of raising tax revenue in Colombia* (Informes de investigación No. 002583). FEDESARROLLO. Retrieved from <https://ideas.repec.org/p/col/000124/002583.html>
- Rutherford, T. F., Light, M. K., & Hernández, G. A. (2002). *A dynamic general equilibrium model for tax policy analysis in Colombia* (Archivos de Economía No. 189) (p. 51). Departamento Nacional de Planeación. Retrieved from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/189.pdf>
- Sadoulet, E., & de Janvry, A. (1992). Agricultural Trade Liberalization and Low Income Countries: A General Equilibrium-Multimarket Approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 74(2), 268 – 280.
- Sadoulet, E., & de Janvry, A. (1995). *Quantitative Development Policy Analysis*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.
- Valencia C., V., & Alviar R, M. (2013). A Regional General Equilibrium Model for Antioquia. *Perfil de Coyuntura Económica*, (21), 105–137.
- Velasco, A. M., & Cárdenas Hurtado, C. A. (2005). *A Macro CGE Model for the Colombian Economy* (Borradores de Economía No. 863). Bogotá D.C.: Banco de la República de Colombia. Retrieved from http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_863.pdf

Anexo 1. MCS cuadrada (SAM_2010)

En miles de millones de pesos

	PRODUCTION SECTORS												FACTORS		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	PL	MINC	PK
A							3.977					2			
B	19	500			2	4		1.709	181	106		5.968			
C		11	83						1		249	489			
D				81	399							167			
E					1.104	1		1			19	2.935			
F					1	135			36			1.006			
G					1	7	655		5			230			
H					1	36		40	124			1.040			
I						9			18			207			
J										4					
K		61	21	1		1			1		152	2.014			
L	302	3.976	145	248	12.388	5.071	261	954	928	138	848	296.324			
PL	2.153	5.437	172	152	677	772	166	510	417	153	299	167.371			
MINC	1.850	10.177	723	601	573	44	50	113	16	1	550	106.842			
PK	12	512	69	68	51	562	321	887	4	26	110	184.481			
TARIFF	7	44	3	5	21	13	1	8	20	4	12	2.594			
TEV	6	70	1	10	89	25	3	20	15	2	6	6.365			
VND	4	69	3	12	92	65	6	22	37	5	23	10.331			
SUB		-3			-4	-2			-1		-1	-226			
NTP	2	64	2	2	51	103	19	33	38	24	16	11.859			
DIR_TAX															
HOUS													178.279	121.540	181.064
GOVT															6.039
RoW	179	1.650	77	42	359	227	148	94	250	38	135	51.061			
CAP_ACC															
TOTAL	4.534	22.568	1.299	1.222	15.805	7.073	5.607	4.391	2.090	501	2.418	851.060	178.279	121.540	187.103

Continuación:

	INSTITUTIONS & TAXES									CAP ACC	TOTAL
	TARIFF	TEV	VND	SUB	NTP	DIR_TAX	HOUS	GOVT	RoW	CAP_ACC	
A							35			520	4.534
B							8.636	4	3.947	1.492	22.568
C							189		34	243	1.299
D							554		21		1.222
E							11.256		470	19	15.805
F							5.810	70	21	-6	7.073
G							496		4.123	90	5.607
H							2.285		845	20	4.391
I							1.325		528	3	2.090
J							466		45	-14	501
K							99		50	18	2.418
L							277.154	90.419	71.668	90.236	851.060
PL											178.279
MINC											121.540
PK											187.103
TARIFF											2.732
TEV											6.612
VND											10.669
SUB											-237
NTP											12.213
DIR_TAX							56.217				56.217
HOUS									-20.818		460.065
GOVT	2.732	6.612	10.669	-237	12.213	56.217			-2.505		91.740
RoW											54.260
CAP_ACC							95.543	1.247	-4.169		92.621
TOTAL	2.732	6.612	10.669	-237	12.213	56.217	460.065	91.740	54.260	92.621	

PMA	-186											
PMB		-1.694										
PMC			-80									
PMD				-47								
PME					-380							
PMF						-240						
PMG							-149					
PMH								-102				
PMI									-270			
PMJ										-42		
PMK											-147	
PML												-53.655
PCWH												
PGW												
PFW												
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuación (4):

	CWH	WG	INV	HOUS	GOVT	TOTAL
PDA						0
PEA						0
PDB						0
PEB						0
PDC						0
PEC						0
PDD						0

PED						0
PDE						0
PEE						0
PDF						0
PEF						0
PDG						0
PEG						0
PDH						0
PEH						0
PDI						0
PEI						0
PDJ						0
PEJ						0
PDK						0
PEK						0
PDL						0
PEL						0
PARMA	-35	0	-520			0
PARMB	-8.636	-4	-1.492			0
PARMC	-189	0	-243			0
PARMD	-554	0	0			0
PARME	-11.256	0	-19			0
PARMF	-5.810	-70	6			0
PARMG	-496	0	-90			0
PARMH	-2.285	0	-20			0
PARMI	-1.325	0	-3			0
PARMJ	-466	0	14			0
PARMK	-99	0	-18			0

PARML	-277.154	-90.419	-90.236			0
PL				178.279		0
MINC				121.540		0
PK				181.064	6.039	0
TEV					6.612	0
VND					10.669	0
NTP					12.213	0
DIR_TAX				-56.217	56.217	0
PFX				-22.903	-4.590	0
TARIFF					2.732	0
SUB					-237	0
PMA						0
PMB						0
PMC						0
PMD						0
PME						0
PMF						0
PMG						0
PMH						0
PMI						0
PMJ						0
PMK						0
PML						0
PCWH	308.305			-308.305		0
PGW		90.493			-90.493	0
PFW			92.621	-93.459	838	0
TOTAL	0	0	0	0	0	

Anexo 3. MEGC en lenguaje mpsge

\$TITLE: Desarrollo de un modelo de Equilibrio General Computable (MEGC) para analizar las políticas agropecuarias en Colombia

Parameter SAM(*,*) Benchmark social accounting matrix

\$if not exist SAM_2010.gdx **\$call** 'gdxxrw i=SAM_2010.xls o=SAM_2010.gdx par=SAM rdim=1 cdim=1 rng=Standard_1!a5'

\$gdxin SAM_2010.gdx

\$load SAM

Display SAM ;

Set i Activities and commodities /

A Sector A

B Sector B

C Sector C

D Sector D

E Sector E

F Sector F

G Sector G

H Sector H

I Sector I

J Sector J

K Sector K

L Sector L /

f Primary factors /

PL Labor

PK Capital

MINC Mixed income /

t Indirect taxes /

TEV Taxes except VAT
 VND Vat not deductible
 NTP Net taxes on production
 SUB Subsidy /

alias (i,j), (f, ff), (t,tt)

;

Parameters

* SAM data

BFD(f,i)	Benchmark factor demand
IO(i,j)	Interindustry flows
TS(t,i)	Indirect taxes (including subsidy)
BEX(i)	Exports
BDS(i)	Benchmark domestic sales
tob(i)	Benchmark tax rate on commodity i
to(i)	Tax rate on commodity i
TAR(i)	Tariff
MB(i)	Imports (net of tariff)
tmb(i)	Benchmark tariff rate
tm(i)	Tariff rate
BCON(i)	Private consumption
GCON(i)	Government consumption
BINV(i)	Benchmark investment by sector of origin
SAVH	Households savings
TADIR	Direct tax
HINC(f)	Household factor income
GK	Government income due to capital factor
td	Direct tax rate
NINC	Households net income
sp	Households saving propensity
RGDEF	Real government deficit
LRWG	Loans (capital account transfers) from the RoW to government
CAD	Current account deficit

LRWH	Loans (capital account transfers) from the RoW to hous
CATRH	Current account transfers from the RoW to households
CATRG	Current account transfers from the RoW to goverment
HTC	Total private consumption
GTC	Total goverment consumption

* Elasticities

tr(i)	Elasticity of transformation
sigma(i)	Elasticity of substitution between PL and PK
alpha(i)	Elasticity of substitution between Mixed Income and the composite L-K
esarm(i)	Armington elasticity of substitution
escon	Elasticity of substitution in consumption

* Others

WPE(i)	World price of exports
WPM(i)	World price of imports
srb(f,i)	Subsidy rate on the use of capital in the benchmark
sr(f,i)	Subsidy rate on the use of capital

;

$BFD(f,i) = SAM(f,i)$;
 $IO(i,j) = SAM(i,j)$;
 $TS(t,i) = SAM(t,i)$;
 $BEX(i) = SAM(i,"RoW")$;
 $BDS(i) = \text{sum}(f,BFD(f,i)) + \text{sum}(j,IO(j,i)) + \text{sum}(t,TS(t,i)) - BEX(i)$;
 $\text{tob}(i) = \text{sum}(t,TS(t,i))/(BDS(i)+BEX(i))$;
 $\text{to}(i) = \text{tob}(i)$;
 $TAR(i) = SAM("Tariff",i)$;
 $MB(i) = SAM("Imports", i)$;
 $\text{tmb}(i) = MB(i) / TAR(i)$;
 $\text{tm}(i) = \text{tmb}(i)$;
 $BCON(i) = SAM(i,"HOUS")$;
 $GCON(i) = SAM(i,"GOVT")$;
 $BINV(i) = SAM(i,"Cap_acc")$;
 $SAVH = SAM("Cap_acc","HOUS")$;
 $TADIR = SAM("Dir_tax","HOUS")$;

```

HINC(f) = SAM("HOUS",f) ;
GK = 6039 ;
td = TADIR/sum(f,HINC(f)) ;
NINC = sum(f,HINC(f))-TADIR ;
sp = SAVH/NINC ;
RGDEF = -SAM("Cap_acc","GOVT") ;
CATRH = SAM("HOUS","RoW") ;
CATRG = SAM("GOVT","RoW") ;
LRWG = -462.759 ;
CAD = sum(i,MB(i)-BEX(i))-(CATRH)-(CATRG) ;
LRWH = CAD - (LRWG) ;
HTC = sum(i,BCON(i)) ;
GTC = sum(i,GCON(i)) ;

```

```

tr("B") = 0.29 ;
tr("C") = 0.01 ;
tr("D") = 0.29 ;
tr("E") = 0.29 ;
tr("F") = 0.37 ;
tr("G") = 0.37 ;
tr("H") = 0.37 ;
tr("I") = 0.37 ;
tr("J") = 0.2 ;
tr("K") = 0.01 ;
tr("L") = 0.37 ;

```

```

sigma(i) = 0.7 ;

```

```

alpha("A") = 0.4 ;
alpha("B") = 0.6 ;
alpha("C") = 0.5 ;
alpha("D") = 0.3 ;
alpha("E") = 0.9 ;
alpha("F") = 0.7 ;
alpha("G") = 0.8 ;
alpha("H") = 0.5 ;
alpha("I") = 0.2 ;
alpha("J") = 0.8 ;
alpha("K") = 0.7 ;

```

`alpha("L") = 0.3 ;`

`esarm("A") = 0.3 ;`

`esarm("B") = 0.267 ;`

`esarm("C") = 1.37 ;`

`esarm("D") = 0.894 ;`

`esarm("E") = 0.287 ;`

`esarm("F") = 0.344 ;`

`esarm("G") = 0.344 ;`

`esarm("H") = 0.4 ;`

`esarm("I") = 0.3 ;`

`esarm("J") = 1.8 ;`

`esarm("K") = 1.37 ;`

`esarm("L") = 0.717 ;`

`escon = 0.8 ;`

`WPM("A") = 1 ;`

`WPE("B") = 1 ;`

`WPM("B") = 1 ;`

`WPE("C") = 1 ;`

`WPM("C") = 1 ;`

`WPE("D") = 1 ;`

`WPM("D") = 1 ;`

`WPE("E") = 1 ;`

`WPM("E") = 1 ;`

`WPE("F") = 1 ;`

`WPM("F") = 1 ;`

`WPE("G") = 1 ;`

`WPM("G") = 1 ;`

`WPE("H") = 1 ;`

`WPM("H") = 1 ;`

`WPE("I") = 1 ;`

`WPM("I") = 1 ;`

`WPE("J") = 1 ;`

`WPM("J") = 1 ;`

`WPE("K") = 1 ;`

`WPM("K") = 1 ;`

`WPE("L") = 1 ;`

WPM("L") = 1 ;

srb(f,i) = 0 ;

sr(f,i) = srb(f,i) ;

Display BFD, IO, TS, BEX, BDS, to, TAR, MB, tmb, tm, BCON, GCON, BINV,
SAVH, TADIR, HINC, td, NINC, sp, RGDEF, CATRH, CATRG, CAD, LRWH, HTC,
GTC, sr ;

* The MPSGE model

\$ontext

\$model:trabajofinal

\$SECTORS:

AL(i) !Domestic production of commodity i

EX(i)\$BEX(i) !Exports

M(i) !Imports

ARM(i) !Armington composite

CWH !Household consumption

GW !Government consumption

INV !Investment

\$COMMODITIES:

PD(i) !Domestic prices (gross of taxes)

PE(i)\$BEX(i) !Export prices (gross of taxes), domestic currency

PF(f) !Factor prices

PARM(i) !Armington composite prices

PM(i) !Price of imports, domestic currency

PCWH !Consumer price index

PGW !Government price index

PFW !Capital goods price index

PFX !Exchange rate

\$CONSUMERS:

HOUS !Households nominal spending

GOVT !Government nominal spending

\$AUXILIARY:

RHSAV !Real household savings

\$PROD:AL(i) t:tr(i) s:0 int(s):0 va(s):alpha(i) lk(va):sigma(i)

O:PD(i) Q:BDS(i) A:GOVT T:to(i)
 O:PE(i) Q:BEX(i) A:GOVT T:to(i)
 I:PF("MINC") Q:BFD("MINC",i) P:(1+srb("MINC",i)) A:GOVT T:sr("MINC",i) va:
 I:PF("PL") Q:BFD("PL",i) P:(1+srb("PL",i)) A:GOVT T:sr("PL",i) lk:
 I:PF("PK") Q:BFD("PK",i) P:(1+srb("PK",i)) A:GOVT T:sr("PK",i) lk:
 I:PARAM(j) Q:IO(j,i) int:

\$PROD:EX(i)\$BEX(i)

O:PFX Q:(WPE(i)*BEX(i))
 I:PE(i) Q:BEX(i)

\$PROD:M(i)

O:PM(i) Q:MB(i) P:(1+tmb(i))
 I:PFX Q:(MB(i)*WPM(i)) A:GOVT T:tm(i)

\$PROD:ARM(i) s:esarm(i)

O:PARAM(i) Q:(BDS(i)+MB(i)+TAR(i))
 I:PD(i) Q:BDS(i)
 I:PM(i) Q:MB(i) P:(1+tmb(i))

\$PROD:CWH s:escon

O:PCWH Q:(sum(i,BCON(i)))
 I:PARAM(i) Q:BCON(i)

\$PROD:GW s:1

O:PGW Q:(sum(i,GCON(i)))
 I:PARAM(i) Q:GCON(i)

\$PROD:INV s:0

O:PFW Q:(sum(i,BINV(i)))
 I:PARAM(i) Q:BINV(i)

\$DEMAND:HOUS

D:PCWH Q:(sum(i,BCON(i)))
 E:PF(f) Q:(HINC(f)*(1-td))
 E:PFW Q:(-1) R:RHSAV
 E:PFX Q:(LRWH+CATRH)
 E:PFW Q:(-LRWH)

\$DEMAND:GOVT

D:PGW Q:(sum(i,GCON(i)))
 E:PF(f) Q:(td*HINC(f))
 E:PF("PK") Q:GK
 E:PFW Q:RGDEF
 E:PFX Q:(LRWG+CATRG)
 E:PFW Q:(-LRWG)

\$CONSTRAINT: RHSAV

$PFW * RHSAV = e = sp * (1 - td) * \text{sum}(f, HINC(f)) ;$

\$REPORT:

V:RGEXP D:PGW DEMAND:GOVT !Real government expenditure (total)
 V:RGOVEX(i) I:PARAM(i) PROD:GW !Real govt expenditure (single items)
 V:INVEST O:PFW PROD:INV !Real investment
 V:EMP(i) I:PF("PL") PROD:AL(i) !Employment in sector i

\$offtext

\$sysinclude mpsgeset trabajofinal

* Back to GAMS

* Fix the numeraire

PCWH.FX = 1 ;

* Initial values

AL.L(i) = 1 ;

EX.L(i) = 1 ;

M.L(i) = 1 ;

ARM.L(i) = 1 ;

CWH.L = 1 ;

GW.L = 1 ;

INV.L = 1 ;

PD.L(i) = 1 ;

PE.L(i) = 1 ;

PF.L(f) = 1 ;

PARM.L(i) = 1 ;

PM.L(i) = 1+tmb(i) ;

PGW.L = 1 ;

PFW.L = 1 ;

PFX.L = 1 ;

HOUS.L = HTC ;

GOVT.L = GTC ;

RHSAV.L = SAVH ;

trabajofinal.iterlim = 0 ;

\$include trabajofinal.gen

Solve trabajofinal using MCP ;

trabajofinal.iterlim = 3000 ;

\$include trabajofinal.gen

Solve trabajofinal using MCP ;

* Simulate the impact of a 24% subsidy on the use of capital in the agricultural sectors

* with access to the ICR (Rural Capitalization Incentive) in 2015.

```
sr("PK","A") = -0.24 ;  
sr("PK","B") = -0.24 ;  
sr("PK","F") = -0.24 ;  
sr("PK","G") = -0.24 ;  
sr("PK","I") = -0.24 ;
```

* Reduce indirect taxes paid on the agricultural sector

```
to("A") = 0.549838*to("A") ;  
to("B") = 0.549838*to("B") ;  
to("C") = 0.549838*to("C") ;  
to("D") = 0.549838*to("D") ;  
to("E") = 0.549838*to("E") ;  
to("F") = 0.549838*to("F") ;  
to("G") = 0.549838*to("G") ;  
to("H") = 0.549838*to("H") ;  
to("I") = 0.549838*to("I") ;  
to("J") = 0.549838*to("J") ;  
to("K") = 0.549838*to("K") ;
```

* Note that with both simulations RGEXP falls from 90493.000 to 90076.180

```
$include trabajofinal.gen  
Solve trabajofinal using MCP ;
```