

Modelo de equilibrio general estático para la evaluación del Tratado de Libre Comercio en la economía ecuatoriana y calibración mediante máxima entropía

MOISÉS CASTILLO GONZÁLEZ
JOSÉ RAMÍREZ ALVAREZ*

Resumen

El presente trabajo desarrolla sistemáticamente un Modelo de Equilibrio General Computable como herramienta de análisis macroeconómico dentro del Sistema Económico Ecuatoriano, que en conjunto con su respectiva Matriz de Contabilidad Social, se emplea para representar las interrelaciones y el comportamiento de todos sus agentes económicos, de tal manera que se pueda evaluar las distintas variaciones en las políticas arancelarias dadas ante la fijación de escenarios que conllevarían a la ejecución del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos. Así mismo, con el fin de obtener resultados reales y útiles a partir de la simulación de equilibrios contrafactuales del modelo, se desarrolla como enfoque alternativo en la calibración de éste la Estimación por Máxima Entropía de los parámetros CES y CET que caracterizan la apertura de la Economía Ecuatoriana dentro de la negociación del TLC, considerando el precedente comportamiento y trayecto temporal del PIB, Exportaciones, Importaciones y otras variables de interés.

Abstract

The present paper develop systematically a Computable General Equilibrium Model as a macroeconomic analysis tool into Ecuadorian Economic System, which together with its respective Social Accounting Matrix, is used in order to represent the interrelations and behavior about all its economic agents, so that we can evaluate the different variations in the tariff politicians given by the fixation of sceneries that would bear to the Free Trade Agreement (FTA) execution with United States. Likewise, with the purpose of obtaining real and useful results starting from model's equilibrium simulation, we develop as alternative focus in its calibration the Maximum Entropy Estimation of CES and CET parameters that characterize the Ecuadorian Economy Opening into the FTA's negotiation, regarding the precedent behavior and historical time path of GDP, Exports, Imports and others interest variables

1. Aspectos metodológicos relevantes

La metodología que se emplea en los modelos de Equilibrio General Computalbe (EGC) para analizar los efectos económicos de políticas económicas

* Egresados de la Escuela Politécnica Nacional. Esta investigación obtuvo el primer lugar en el Concurso "Jose Corsino Cardenas" 2004 del Banco Central del Ecuador.

alternativas es la realización de experimentos confractuales o simulaciones. Se pregunta al modelo qué habría pasado en el año base si hubiesen sido implementadas ciertas políticas de interés para el analista y si se hubiesen permanecido sin cambios las condiciones externas del modelo. Por lo tanto, este tipo de análisis sobresalta los efectos de dichas políticas aislándolas de otros factores. Esta metodología¹ funciona como un “experimento controlado” en el que sólo se modifican algunas de las variables exógenas del modelo, manteniendo constante todo lo demás.

De manera más detallada, los pasos que se siguieron para formular y desarrollar el modelo EGC en la evaluación del impacto del Tratado de Libre Comercio (TLC), fueron los siguientes:

1. *Diseño general.* Tomando en cuenta las políticas de interés, cuyo efecto en la economía se quiere evaluar, se deben determinar las dimensiones básicas del análisis (como por ejemplo el número de sectores que integran el sistema económico) tomando en cuenta la disponibilidad de datos y su desagregación o agregación en la Matriz de contabilidad Social (MCS), como de otras fuentes.
2. *Diseño de los problemas de elección individuales.* Este paso consiste en especificar para cada agente del modelo el problema de elección que deberá enfrentar, habiendo seleccionado primero las formas funcionales que representan su comportamiento.
3. *Calibración.* En este paso se halla el valor de los coeficientes y parámetros de las ecuaciones de comportamiento, de manera que éstos representen para el año base (el equilibrio observado) una solución del modelo. En este procedimiento se emplean conjuntamente técnicas deterministas e inferenciales sobre toda la información disponible que se tenga.
4. *Programación del modelo.* Consiste en programar el módulo de calibración del modelo, como el sistema de ecuaciones que lo representa. En este trabajo se utilizó como compilador para la calibración y solución de este sistema, el programa GAMS 2.0.26.
5. *Replicar el caso base.* Debido a que los coeficientes y parámetros del modelo fueron obtenidos mediante un proceso de calibración, la solución del modelo debe representar el equilibrio observado para el caso en que las variables

¹ Ver: Cicowiez, Martín; Gresia, Luciano. “Equilibrio General Computado: Descripción de la Metodología”. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Plata. Abril del 2004. Pág. 8-10.

exógenas no hubieran sido modificadas. Este paso es útil para confirmar la correcta programación del modelo.

6. *Realizar simulaciones.* Finalmente, con el modelo correctamente programado y calibrado, se modifica el valor de alguna variable exógena, para luego recalculer el equilibrio y analizar los resultados a partir de la comparación con el año base.

2. Análisis estructural del modelo EGC

El modelo EGC que se emplea a continuación es un modelo estático que representa un sistema económico abierto y pequeño; es decir, se considera que la economía del país tiene apertura al mercado extranjero mediante las exportaciones e importaciones, y que la decisión de alguna política comercial en ellas no afecta en lo absoluto a los precios extranjeros². Además, se considera que los mercados son perfectamente competitivos³ y que los rendimientos a escala de las funciones de agregación, desagregación y producción son constantes, con el fin de poder encontrar un equilibrio único⁴.

Adicionalmente, este modelo contempla la estructura con la cual se estableció la MCS en el *Anexo A*, de acuerdo a la agregación que allí se realizó en las distintas cuentas contables; y tomando en cuenta el siguiente sistema económico⁵:

- Existen $B = 9$ sectores productivos que pueden producir solo un bien característico de su producción⁶, a través del consumo intermedio de bienes y servicios como de factores de producción.
- Existen $F = 2$ factores de producción (Labor y Capital) los cuales son totalmente móviles entre el sector privado y los hogares.

² Este supuesto de 'Economía pequeña' se debe a que la economía estadounidense es 500 veces más grande que la economía ecuatoriana.

³ Ver: Miller, Roger. "*Microeconomía*". México-México. McGraw-Hill. Primera Edición. 1996. Pág. 363-377.

⁴ Ver: Debreu, Gerard. "*General Equilibrium Theory*". London-Inglaterra. The International Library of Critical Writings. Primera Edición. 1996. Tomo I, Papers No 4, 5.; Tomo III, Papers 7, 33.

⁵ Planteamientos adicionales ver: Rutherford, Thomas; Paltsev, Sergey. "*From an Input-Output Table to a General Equilibrium Model*". University of Colorado. Department of Economics. Agosto de 1999. Pág. 8-13. Ver también: Hosoe, Nobuhiro. "*Computable General Equilibrium Modeling with GAMS*". National Graduate Institute for Policy Studies. Febrero del 2004. Pág. 4-29.

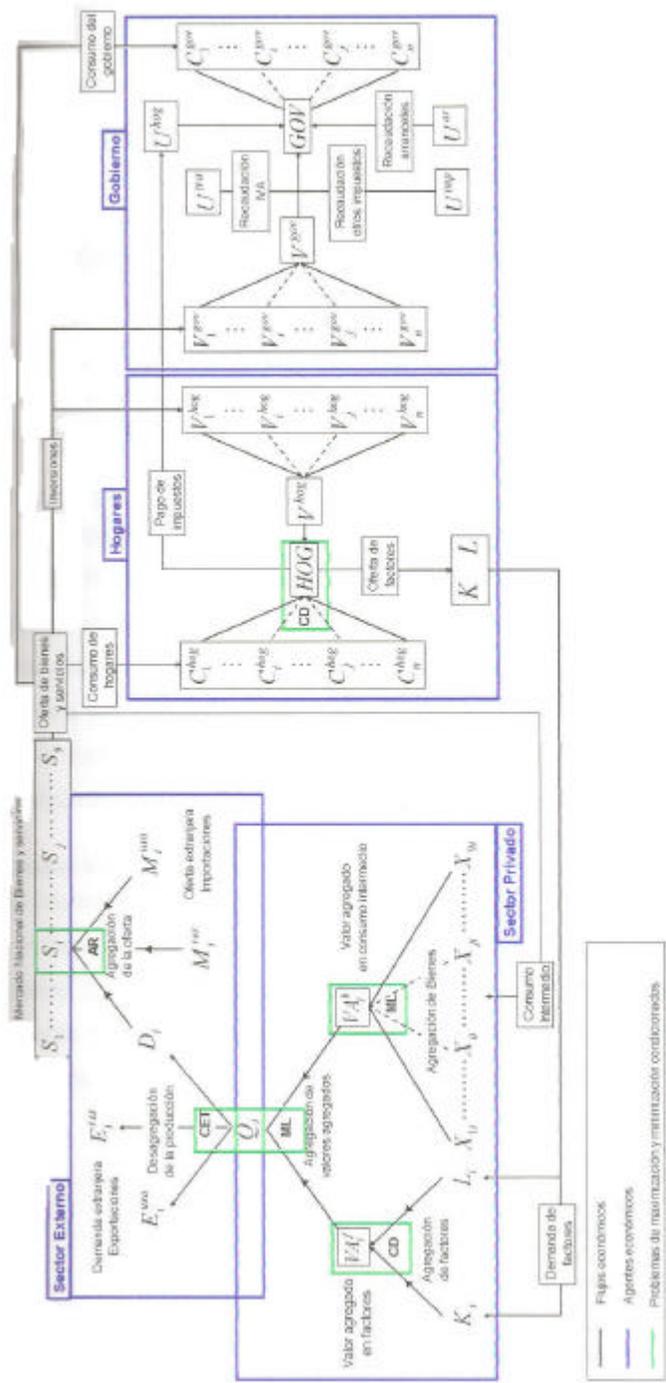
⁶ En economía, este tipo de producción se conoce como "producción diagonal", debido a la estructura matricial que impone ésta a ciertas contabilidades dentro de la MCS. Se debe tomar en cuenta que esta suposición es bastante restrictiva, ya que un sector no solo puede producir un bien característico de su proceso, si no dos o más bienes no característicos. Esto ayuda a reducir en gran número la cantidad de ecuaciones que se utilicen en el momento de desarrollar el modelo.

- Existen $H = 2$ tipos de instituciones (Hogares y Gobierno) que demandan bienes y servicios, realizan inversiones y registran transacciones entre los demás agentes en su ingreso neto.
- Existen $R = 3$ regiones (Ecuador, Estados Unidos y Resto del Mundo) que especifican el origen o destino de la producción, como su respectivo consumo.

Por otro lado, con el afán de representar una economía abierta, se debe tener en cuenta la diferenciación de productos dentro de las exportaciones e importaciones de un mismo bien de acuerdo al país de origen o destino, ya que éstas determinan en gran medida el nivel de producción y consumo nacional.

De esta manera, se utiliza el *supuesto de Armington* para poder distinguir los bienes y servicios dentro del consumo nacional, según su país de origen; considerando a un bien determinado producido dentro del país y al mismo bien importado desde el resto del mundo como dos variedades distintas de productos que se agregan mediante una *función de producción CES de grado 1* en la oferta nacional de dicho bien. El grado de elección que permite distinguir el consumo nacional de estas dos variedades de productos es la elasticidad de sustitución de dicha función, que en este caso se la conoce como *elasticidad de Armington*. De forma simétrica, las empresas nacionales distinguen entre ofertar su producto al mercado nacional o exportarlo a países extranjeros, al considerar un grado de dicha elección como determinado mediante el empleo de una *función de producción CET* para desagregar su producción. Dicho grado constituye la *constante de elasticidad de transformación (CET)*, y permite distinguir la oferta por parte de la industria nacional, según el país de destino al cual va ser emitida.

La siguiente figura muestra la estructura del modelo EGC realizado, donde se detalla con claridad la descomposición del flujo circular para el caso de un sistema económico abierto. Además, se indican las formas funcionales utilizadas para modelar el comportamiento de cada agente económico: Agregación de Armington (AR), Desagregación CET, función de Cobb-Douglas (CD) y función Marx-Leonief (ML). La especificación y características de este tipo de funciones se pueden ver con detalle en el *Anexo C*.



3. Desarrollo del modelo EGC

En este apartado se da una exploración avanzada de la figura anterior, tomando en cuenta el comportamiento óptimo de los agentes que se consideran como las inter-relaciones que los conectan dentro del sistema económico, con el objetivo de poder plantear específicamente sus respectivas funciones de demanda y oferta. La elaboración de cada una de estas funciones está acorde con la Teoría Microeconómica actual que se conoce⁷ (para ver más detalles sobre su elaboración, ver el *Anexo D*). Además, se establecen las ecuaciones de balance presupuestario y compensación de flujo (restricciones de cero ganancia) que predeterminan la estructura del equilibrio.

3.1 Sector privado

El objetivo final del empresario es determinar su nivel de consumo en bienes y factores, con el fin de maximizar su beneficio. Para esto, el procedimiento a seguir es el siguiente: se minimiza los costos por adquisición de dichos conceptos para poder obtener las funciones de demanda; luego se utilizan éstas para poder hallar la función de costo por unidad de elaboración o producción; y finalmente, ésta última se utiliza en la maximización del beneficio. A continuación, se plantean cada uno de los problemas de optimización que enfrenta el sector privado.

3.1.1 Consumo intermedio de bienes y servicios

El consumo intermedio de bienes y servicios por parte del conjunto de empresas que producen un bien o servicio en particular, está condicionada a la elaboración de un bien compuesto, que resulta de una agregación Marx-Leonief que minimiza el costo total procedente del consumo. Es así que el problema de optimización que se plantea para cada sector i es:

$$\begin{aligned} \text{Min}_{s,r.} \sum_{j=1}^9 p_i^s X_{ji} \\ \text{Min}_{1 \leq j \leq 9} \left\{ \frac{X_{ji}}{g_{ji}} \right\} = VA_i^b \end{aligned}$$

⁷ Ver: MasCollé, Andreu; Whinston, Michael; Green, Jerry. “*Microeconomic Theory*”. 1995. Pág. 17-154.

donde:

- X_{ji} es el consumo intermedio del sector i por parte del bien j .
- g_{ji} es el coeficiente de distribución referente al consumo intermedio X_{ji} .
- VA_i^b es el valor agregado del consumo intermedio de bienes en la producción del sector i .

Resolviendo este problema, se obtienen las siguientes funciones de consumo intermedio:

$$X_{ji} = g_{ji} VA_i^b \quad \forall 1 \leq j \leq 9 \quad (1)$$

Con la ayuda de estas funciones se puede demostrar que el punto que maximiza el beneficio en la elaboración del valor agregado del consumo intermedio, es aquel que condiciona su elaboración a cero ganancia. Es decir:

$$\sum_{i=1}^9 p_{s,i} X_{ij} = p_{VA,i}^b VA_i^b \quad (2)$$

donde $p_{VA,i}^b$ es el precio de elaboración en el sector i del valor agregado de bienes.

3.1.2 Consumo de factores de producción

Considerando la estructura del modelo que se plantea, los dos únicos factores de producción móviles son *Capital* y *Trabajo* (ofertados por los *Hogares*), los cuales se integran en un factor compuesto mediante una agregación Cobb-Douglas que minimiza el costo total de adquisición de dichos factores. En pocas palabras, el problema optimización que se plantea para cada sector i es el siguiente:

$$\begin{aligned} \underset{s.r.}{Min} \quad & w_L L_i + w_K K_i \\ & b_i L_i^{a_i} K_i^{1-a_i} = VA_i^f \end{aligned}$$

donde:

- L_i es la cantidad de trabajo que emplea el sector i .
- K_i es la cantidad de capital que emplea el sector i .

- w_L es el precio en el mercado nacional de la labor ofertada.
- w_K es el precio en el mercado nacional del capital ofertado.
- \mathbf{a}_i es el coeficiente de distribución referente a la agregación de factores de producción del sector i .
- \mathbf{b}_i es el coeficiente de eficiencia en la agregación de factores de producción del sector i .
- VA_i^f es el valor agregado de factores en la producción del sector i .

Resolviendo este problema, se obtienen las siguientes funciones de demanda de factores:

$$L_i = \frac{VA_i^f}{\mathbf{b}_i} \left(\frac{\mathbf{a}_i}{w_L} \right)^{1-\mathbf{a}_i} \left(\frac{1-\mathbf{a}_i}{w_K} \right)^{\mathbf{a}_i-1} \quad (3)$$

$$K_i = \frac{VA_i^f}{\mathbf{b}_i} \left(\frac{\mathbf{a}_i}{w_L} \right)^{-\mathbf{a}_i} \left(\frac{1-\mathbf{a}_i}{w_K} \right)^{\mathbf{a}_i} \quad (4)$$

las cuales, a su vez, ayudan a demostrar que el punto que maximiza el beneficio en la elaboración del valor agregado de factores es aquel que produce cero ganancia. Es decir:

$$w_L L_i + w_K K_i = VA_j^f p_{VA,i}^f \quad (5)$$

donde $p_{VA,i}^f$ es el precio de elaboración del valor agregado de factores en el sector i .

3.1.3 Producción de bienes y servicios

Tomando en cuenta la variedad de consumo que posee el sector i , la producción final del bien i se establece como un tipo de agregación Marx-Leonief, en donde las agregaciones de consumo intermedio y factores de producción se adquieren de forma que se minimice su costo total. De esta manera, el problema de optimización que se plantea para cada sector i es:

$$\begin{aligned} & \underset{s,r}{\text{Min}} \left(1 + \mathbf{t}_{imp,i}^q \right) \left(p_{VA,i}^b VA_i^b + p_{VA,i}^f VA_i^f \right) \\ & \text{Min} \left\{ \frac{VA_i^b}{b_i}, \frac{VA_i^f}{f_i} \right\} = Q_i \end{aligned}$$

donde:

- $\mathbf{t}_{imp,i}^q$ es la tasa de impuesto indirecto a la producción (exógeno).
- Q_i es la producción del sector i .
- b_i es el coeficiente de distribución en el empleo de VA_i^b .
- f_i es el coeficiente de distribución en el empleo de VA_i^f .

De esta manera, utilizando cada una de las definiciones dadas para los valores agregados de consumo y factores, se pueden obtener las funciones de demanda del productor considerando que minimiza su costo:

$$VA_i^b = b_i Q_i \Rightarrow X_{ij} = \mathbf{g}_{ij} b_i Q_i \quad (6)$$

$$VA_i^f = f_i Q_i \Rightarrow \begin{cases} L_i = \frac{f_i Q_i}{b_i} \left(\frac{\mathbf{a}_i}{w_L} \right)^{1-a_i} \left(\frac{1-\mathbf{a}_i}{w_K} \right)^{a_i-1} \\ K_i = \frac{f_i Q_i}{b_i} \left(\frac{\mathbf{a}_i}{w_L} \right)^{-a_i} \left(\frac{1-\mathbf{a}_i}{w_K} \right)^{a_i} \end{cases} \quad (7)$$

Por otro lado, de igual forma como se mencionó para éstas agregaciones, se puede demostrar que el punto que maximiza el beneficio en la producción del bien final, es aquel en el que se obtiene cero ganancia. Es decir:

$$\left(1 + \mathbf{t}_{imp,i}^q \right) \left(p_{VA,i}^b VA_i^b + p_{VA,i}^f VA_i^f \right) = p_{q,i} Q_i \quad (8)$$

donde $p_{q,i}$ es el precio de elaboración en el sector i del bien final.

3.2 Sector exterior

3.2.1 Desagregación de la producción nacional de bienes y servicios

Como se logra ver en la figura 1, la producción de las empresas se destina al mercado extranjero (Estados Unidos y Resto del Mundo) como al mercado domestico empleando una función de tipo CET, que a la vez, maximice el beneficio de los sectores al ofertar su producto a cada una de estas regiones. Este hecho implica considerar un problema de optimización que considere un input y tres outputs, el cual, no puede ser resuelto empleando el procedimiento utilizado dentro del sector privado para hallar las funciones de comportamiento (el cual considera varios inputs y un solo output). Por lo tanto, el problema que enfrenta el sector i al ofertar su producto debe ser formulado de manera general, desde el punto vista del beneficio que obtiene; es decir:

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{s.r.} p_{d,i}^q D_i^q + p_{e,i}^{usa} E_i^{usa} + p_{e,i}^{res} E_i^{res} - p_{q,i} Q_i \\ & \mathbf{g}_{q,i} \left(\mathbf{d}_{1,i}^q (D_i^q)^{-h_i} + \mathbf{d}_{2,i}^q (E_i^{usa})^{-h_i} + \mathbf{d}_{3,i}^q (E_i^{res})^{-h_i} \right)^{-\frac{1}{h_i}} = Q_i \end{aligned}$$

donde:

- $p_{d,i}^q$ es el precio de oferta del bien i en el mercado domestico.
- $p_{e,i}^{usa}$ es el precio de exportación FOB del bien i al mercado de Estados Unidos (exógeno).
- $p_{e,i}^{res}$ es el precio de exportación FOB del bien i al mercado del Resto del Mundo (exógeno).
- D_i^q es la cantidad ofertada del bien i en el mercado domestico.
- E_i^{usa} es la cantidad exportada del bien i al mercado de Estados Unidos.
- E_i^{res} es la cantidad exportada del bien i al mercado del Resto del Mundo.
- $\mathbf{g}_{q,i}$ es el coeficiente de eficiencia en la desagregación de la producción del sector i .
- $\mathbf{d}_{k,i}^q, k=1,2,3$ son los coeficientes de distribución en la desagregación de la

producción total del sector i . Además $\sum_{k=1}^3 \mathbf{d}_{k,i}^q = 1$.

- $h_i < -1$ es el parámetro de sustitución entre las exportaciones y la variedad doméstica (CET).

Resolviendo este problema, se obtienen las siguientes funciones de demanda desagregada por país de destino:

$$D_i^q = \frac{Q_i}{\mathbf{g}_{q,i}} \left(\frac{\mathbf{d}_{1,i}^q}{P_{d,i}^q} \right)^{\gamma_{h_i+1}} \left((\mathbf{d}_{1,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (P_{d,i}^q)^{h_i/h_i+1} + (\mathbf{d}_{2,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (P_{e,i}^{usa})^{h_i/h_i+1} + (\mathbf{d}_{3,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (P_{e,i}^{res})^{h_i/h_i+1} \right)^{\gamma_{h_i}} \quad (9)$$

$$E_i^{usa} = \frac{Q_i}{\mathbf{g}_{q,i}} \left(\frac{\mathbf{d}_{2,i}^q}{P_{e,i}^{usa}} \right)^{\gamma_{h_i+1}} \left((\mathbf{d}_{1,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (P_{d,i}^q)^{h_i/h_i+1} + (\mathbf{d}_{2,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (P_{e,i}^{usa})^{h_i/h_i+1} + (\mathbf{d}_{3,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (P_{e,i}^{res})^{h_i/h_i+1} \right)^{\gamma_{h_i}} \quad (10)$$

$$E_i^{res} = \frac{Q_i}{\mathbf{g}_{q,i}} \left(\frac{\mathbf{d}_{3,i}^q}{P_{e,i}^{res}} \right)^{\gamma_{h_i+1}} \left((\mathbf{d}_{1,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (P_{d,i}^q)^{h_i/h_i+1} + (\mathbf{d}_{2,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (P_{e,i}^{usa})^{h_i/h_i+1} + (\mathbf{d}_{3,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (P_{e,i}^{res})^{h_i/h_i+1} \right)^{\gamma_{h_i}} \quad (11)$$

Un análisis posterior permite demostrar con la ayuda de estas funciones, que el punto que maximiza el beneficio en la agregación de la oferta final es aquel que produce cero ganancia. Es decir:

$$P_{d,i}^q D_i^q + P_{e,i}^{usa} E_i^{usa} + P_{e,i}^{res} E_i^{res} = P_{q,i} Q_i \quad (12)$$

Por otro lado, hay que entender que los precios de exportación FOB son variables exógenas que dependen del precio extranjero de demanda como de la tasa arancelaria que el mercado extranjero cobra a nuestro producto. Es así que se debe tomar en cuenta relaciones importantes entre los precios con los cuales sale el producto del país y los precios con los que se adquiere el producto en el mercado extranjero. Estas relaciones se pueden establecer de la siguiente manera:

$$P_{e,i}^{usa} = \frac{P_{ef,i}^{usa}}{1 + \mathbf{t}_{e,i}^{usa}} \quad (13)$$

$$p_{e,i}^{res} = \frac{p_{ef,i}^{res}}{1 + t_{e,i}^{res}} \quad (14)$$

donde:

- $p_{ef,i}^{usa}$ es el precio externo de adquisición del bien i en el mercado de Estados Unidos (exógeno).
- $p_{ef,i}^{res}$ es el precio externo de adquisición del bien i en el mercado del Resto del Mundo (exógeno).
- $t_{e,i}^{usa}$ es la tasa arancelaria que Estados Unidos cobra por la importación del bien i elaborado nacionalmente (exógeno).
- $t_{e,i}^{res}$ es la tasa arancelaria que el Resto del Mundo cobra por la importación del bien i elaborado nacionalmente (exógeno).

3.2.2 Agregación de la oferta nacional de bienes y servicios

De manera inversa como sucede con la desagregación de la producción nacional, existe un mercado extranjero que oferta bienes y servicios al país, los cuales se agregan a la variedad doméstica residual del proceso anterior mediante una función de Armington, que busca maximizar el beneficio que adquieren los importadores y el mercado doméstico al ofertar su bien nacionalmente. Por consiguiente, esta situación considera un flujo económico de tres inputs y un solo output, el cual concuerda con los planteamientos iniciales del procedimiento utilizado en el sector privado.

Por lo tanto, se considera primero el problema de minimización de precios en la agregación de la oferta final de cada bien i :

$$\begin{aligned} \underset{s.r.}{Min} (1 + t_{iva,i}) (p_{d,i}^s D_i^s + p_{m,i}^{usa} M_i^{usa} + p_{m,i}^{res} M_i^{res}) \\ \mathbf{g}_{s,i} (d_{1,i}^s (D_i^s)^{-r_i} + d_{2,i}^s (M_i^{usa})^{-r_i} + d_{3,i}^s (M_i^{res})^{-r_i})^{-1/r_i} = S_i \end{aligned}$$

donde:

- $t_{iva,i}$ es la tasa de impuesto al valor agregado (exógeno).
- $p_{d,i}^s$ es el precio de oferta del bien i en el mercado domestico.

- $P_{m,i}^{usa}$ es el precio de importación CIF del bien i proveniente de Estados Unidos (exógeno).
- $P_{m,i}^{res}$ es el precio de importación CIF del bien i proveniente del Resto del Mundo (exógeno).
- S_i es la cantidad total ofertada del bien i en el mercado nacional.
- D_i^s es la cantidad ofertada del bien i en el mercado domestico.
- M_i^{usa} es la cantidad importada del bien i desde el mercado de Estados Unidos.
- M_i^{res} es la cantidad importada del bien i desde el mercado del Resto del Mundo.
- $g_{s,i}$ es el coeficiente de eficiencia en la desagregación de la oferta del bien i .
- $d_{k,i}^s, k = 1, 2, 3$ son los coeficientes de distribución en la agregación de la oferta total del bien i . Además $\sum_{k=1}^3 d_{k,i}^s = 1$
- $r_i > -1$ es el parámetro de sustitución entre las importaciones y la variedad doméstica. (elasticidad de Armington).

Resolviendo este problema, se obtiene las siguientes funciones de oferta por mercado de origen:

$$D_i^s = \frac{S_i}{g_{s,i}} \left(\frac{d_{1,i}^s}{P_{d,i}^s} \right)^{\gamma_{r_i+1}} \left((d_{1,i}^s)^{\gamma_{r_i+1}} (P_{d,i}^s)^{r_i/\gamma_{r_i+1}} + (d_{2,i}^s)^{\gamma_{r_i+1}} (P_{m,i}^{usa})^{r_i/\gamma_{r_i+1}} + (d_{3,i}^s)^{\gamma_{r_i+1}} (P_{m,i}^{res})^{r_i/\gamma_{r_i+1}} \right)^{\gamma_{r_i}} \quad (15)$$

$$M_i^{usa} = \frac{S_i}{g_{s,i}} \left(\frac{d_{2,i}^s}{P_{m,i}^{usa}} \right)^{\gamma_{r_i+1}} \left((d_{1,i}^s)^{\gamma_{r_i+1}} (P_{d,i}^s)^{r_i/\gamma_{r_i+1}} + (d_{2,i}^s)^{\gamma_{r_i+1}} (P_{m,i}^{usa})^{r_i/\gamma_{r_i+1}} + (d_{3,i}^s)^{\gamma_{r_i+1}} (P_{m,i}^{res})^{r_i/\gamma_{r_i+1}} \right)^{\gamma_{r_i}} \quad (16)$$

$$M_i^{res} = \frac{S_i}{g_{s,i}} \left(\frac{d_{3,i}^s}{P_{m,i}^{res}} \right)^{\gamma_{r_i+1}} \left((d_{1,i}^s)^{\gamma_{r_i+1}} (P_{d,i}^s)^{r_i/\gamma_{r_i+1}} + (d_{2,i}^s)^{\gamma_{r_i+1}} (P_{m,i}^{usa})^{r_i/\gamma_{r_i+1}} + (d_{3,i}^s)^{\gamma_{r_i+1}} (P_{m,i}^{res})^{r_i/\gamma_{r_i+1}} \right)^{\gamma_{r_i}} \quad (17)$$

las cuales a su vez, ayudan a demostrar que el punto que maximiza el beneficio en la agregación de la oferta final es aquel que produce cero ganancia. Es decir:

$$(1 + t_{iva,i}) (p_{d,i}^s D_i^s + p_{m,i}^{usa} M_i^{usa} + p_{m,i}^{res} M_i^{res}) = p_{s,i} S_i \quad (18)$$

donde $p_{s,i}$ es el precio de oferta final o nacional del bien i .

Por otro lado, de la misma manera como sucede en el caso de la desagregación de la producción, hay que considerar que los precios de importación CIF son determinados exógenamente, utilizando la tasa arancelaria de importación agregada al precio extranjero de oferta. Es decir:

$$p_{m,i}^{usa} = (1 + t_{m,i}^{usa}) p_{mf,i}^{usa} \quad (19)$$

$$p_{m,i}^{res} = (1 + t_{m,i}^{res}) p_{mf,i}^{res} \quad (20)$$

donde:

- $p_{mf,i}^{usa}$ es el precio externo de oferta del bien i en el mercado de Estados Unidos (exógeno).
- $p_{mf,i}^{res}$ es el precio externo de oferta del bien i en el mercado del Resto del Mundo (exógeno).
- $t_{m,i}^{usa}$ es la tasa arancelaria que cobra nuestro país por la importación del bien i proveniente de Estados Unidos (exógeno).
- $t_{m,i}^{res}$ es la tasa arancelaria que cobra nuestro país por la importación del bien i proveniente del Resto del Mundo (exógeno).

3.3 Hogares

Los hogares son en conjunto un agente representativo que modela el comportamiento de los consumidores ecuatorianos mediante el empleo de una función Cobb-Douglas en la especificación de sus preferencias, sujeto a una restricción presupuestaria en la que ya se han realizado transferencias al gobierno por pago de impuestos y ahorro e inversión en su ingreso neto. De esta manera, el

problema del consumidor nacional se asemeja al problema de consumidor planteado en el apartado 3.1. Por lo tanto, su planteamiento se detalla de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \underset{s.r.}{\text{Min}} \prod_{i=1}^9 (C_i^{hog})^{q_i^{hog}} \\ & \sum_{i=1}^9 p_{s,i} C_i^{hog} = I^{hog} - U^{hog} - V^{hog} \end{aligned}$$

donde:

- C_i^{hog} es la cantidad del bien i que consumen los hogares.
- q_i^{hog} es el coeficiente de distribución referente al consumo del bien i . Además $\sum_{i=1}^9 q_i^{gov} = 1$
- $p_{s,i}$ es el precio de oferta nacional del bien i .
- I^{hog} es la renta o ingreso neto del consumidor nacional.
- U^{hog} es el pago total de impuestos que efectúan los hogares.
- V^{hog} es el ahorro e inversión neto del agente.

Resolviendo este problema, se obtienen las siguientes funciones de demanda:

$$C_i^{hog} = \frac{q_i (I^{hog} - U^{hog} - V^{hog})}{p_{s,i}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9 \quad (21)$$

Adicionalmente, se sabe que los hogares adquieren su ingreso neto mediante una dotación exógena de factores (labor y capital) que oferta en general, a todo el sector privado. De esta manera, el ingreso neto del hogar se verá representado como:

$$I^{hog} = w_l L + w_k K \quad (22)$$

donde:

- K es la oferta total de capital al sector privado (exógeno).

- L es la oferta total de trabajo al sector privado (exógeno).

Este ingreso fijará de manera proporcional el pago total de impuestos que realiza el hogar mediante una tasa aplicada a su ingreso; es decir:

$$U^{hog} = t_{imp}^{hog} I^{hog} \quad (23)$$

donde t_{imp}^{hog} es la tasa de impuesto sobre el ingreso neto del hogar (exógeno).

Por otro lado, el ahorro e inversión neto se verá determinado en función de la suma de todo lo que el hogar ahorra e invierte en cada uno de los bienes y servicios de nuestra economía⁸; es decir:

$$V^{hog} = \sum_{i=1}^9 p_{s,i} V_i^{hog} \quad (24)$$

donde V_i^{hog} es el ahorro e inversión que realizan los hogares en el bien i (exógeno).

3.3 Gobierno

En este modelo, el gobierno representa un agente económico cuya función es gravar las transacciones entre los demás agentes, referentes a impuestos y recaudaciones como prestamos del exterior. Adicionalmente, demanda solo servicios ($i=9$) al sector privado y efectúa transferencias de ahorro e inversión. Sin embargo, a diferencia de los hogares, su nivel de consumo se ve predeterminado exógenamente, y su gasto se ve restringido a su ingreso disponible, en el que ya se han efectuado las transferencias por concepto de ahorro e inversión; es decir:

$$\begin{aligned} p_{s,9} C_9^{gov} &= I^{gov} - V^{gov} \\ C_i^{gov} &= 0 \quad \forall 1 \leq i \leq 8 \end{aligned} \quad (25)$$

⁸ El sector de ahorro/inversión en la estructura de este modelo, permite cerrar el flujo de rentas y dar cuenta de una actividad (el ahorro desde la perspectiva de los agentes como consumidores y la inversión desde la perspectiva de la demanda final) que no puede dejarse al margen de los flujos de renta que el modelo pretende captar y reproducir en la MCS.

donde:

- C_9^{gov} es la cantidad de servicios que consume el Gobierno (exógeno).
- I^{gov} es el ingreso neto gubernamental.
- V^{gov} es el ahorro e inversión del gobierno.

El ingreso neto gubernamental se adquiere mediante la recaudación de aranceles por importaciones, pago de impuestos que realizan las empresas y los hogares, y el pago del IVA que se realiza al ofertar el bien nacionalmente. Es decir:

$$I^{gov} = U^{hog} + U^{imp} + U^{iva} + U^{ar} + R \quad (26)$$

donde:

- U^{imp} es la recaudación de impuestos a la producción en el sector privado.
- U^{iva} es la recaudación de IVA en la oferta total.
- U^{ar} es la recaudación de aranceles por importación.
- R es el préstamo neto entre el gobierno y el sector exterior.

Todas estas variables se determinan por lógica del comportamiento de agentes anteriores (a excepción de R , cuya endogenidad la establece la ecuación (26), de la siguiente manera:

$$U^{imp} = \sum_{i=1}^N \frac{t_{imp,i}}{1+t_{imp,i}} p_i^q Q_i \quad (27)$$

$$U^{iva} = \sum_{i=1}^N \frac{t_{iva,i}}{1+t_{iva,i}} p_i^s S_i \quad (28)$$

$$U^{ar} = \sum_{i=1}^N \frac{t_{m,i}^{usa}}{1+t_{m,i}^{usa}} p_{m,i}^{usa} M_i^{usa} + \sum_{i=1}^N \frac{t_{m,i}^{res}}{1+t_{m,i}^{res}} p_{m,i}^{res} M_i^{res} \quad (29)$$

Por otro lado, el ahorro e inversión neto del gobierno se ve determinado por la suma de todas las transferencias en ahorro e inversión que se realiza en bienes y servicios; es decir:

$$V^{gov} = \sum_{i=1}^9 P_{s,i} V_i^{gov} \quad (30)$$

donde V_i^{gov} es el ahorro e inversión que realizan el gobierno en el bien i (exógeno).

3.4 Condiciones de equilibrio

Según la Teoría de Equilibrio General, las condiciones de equilibrio⁹ implican que cada uno de los mercados, tanto de bienes como de factores, se vacíe bajo una estructura de comportamiento óptimo para todos sus agentes. Formalmente hablando, las condiciones de equilibrio para el modelo aquí desarrollado son las siguientes:

- *Compensación del mercado de bienes y servicios*

$$S_i = C_i^{hog} + V_i^{hog} + V_i^{gov} + \sum_{j=1}^9 X_{ij} \quad \forall 1 \leq i \leq 8 \quad (31)$$

$$S_9 = C_9^{hog} + C_9^{gov} + V_9^{hog} + V_9^{gov} + \sum_{j=1}^9 X_{9j}$$

- *Compensación del mercado de factores*

$$L = \sum_{j=1}^n L_j \quad (32)$$

$$K = \sum_{j=1}^n K_j \quad (33)$$

donde:

⁹ Dentro de la microeconomía, es usual conocer a este tipo de condiciones como *market-clearing*. Para más detalles ver: MasCollé, Andreu; Whinston, Michael; Green, Jerry. "Microeconomic Theory". 1995. Pág. 579-583.

- K es la oferta total de capital al sector privado (exógeno)
- L es la oferta total de trabajo al sector privado (exógeno).

4. Planteamiento del sistema equilibrio

En general, el desarrollo de un modelo de equilibrio general competitivo para la estructura del sistema económico en cuestión, se centra en entablar un sistema de ecuaciones no lineales, cuyas directrices sean las condiciones de equilibrio (31)-(33), las restricciones de cero ganancia (2), (5), (8), (12) y (18), y las ecuaciones de balance presupuestario (22)-(24) y (26)-(30); ampliadas debidamente mediante las ecuaciones de comportamiento óptimo (1), (3), (4), (6), (7), (9)-(11), (15)-(17) y (21). Todo este sistema se encuentra previamente fijado para determinados valores exógenos (implícitos o no) de la MCS, en lo que respecta a las distintas tasas de impuestos¹⁰ (por producción, IVA e ingreso), a los flujos en inversión y ahorro, a la dotación inicial de factores de producción, al consumo gubernamental de servicios dado por la ecuación (25), y a los precios de exportación FOB e importación CIF dados por las ecuaciones (13), (14), (19) y (20).

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que las variedades domesticas definidas en los problemas de agregación de la oferta y desagregación de la producción deben ser las mismas, al igual que sus respectivos precios, con el fin de poder vaciar el mercado doméstico (tal como lo indica la figura 1). Es decir:

$$\begin{aligned} D_i^s &= D_i^q \\ P_{d,i}^s &= P_{d,i}^q \end{aligned} \quad \forall 1 \leq i \leq 9 \quad (34)$$

En definitiva, resumiendo de manera más formal, el sistema de ecuaciones no lineales característico del modelo EGC, es un sistema cuadrado de $(6 + B + F + 2H + 1)B + F + 2H + 5$ ecuaciones (donde $B = 9, F = 2, H = 2, R = 3$), cuya representación se puede simplificar utilizando una función vectorial igualada a cero:

$$F(E, Z, L, Q) = 0 \quad (35)$$

¹⁰ Ver: Wing, Ian. "Computable General Equilibrium Models and Their Use in Economy-Wide Policy Analysis". Boston University. Pág. 25-29.

donde:

- E es un vector de orden (227×1) que representa el conjunto de las variables endógenas que nos interesa hallar.
- Z es un vector de orden (76×1) que representa el conjunto de variables exógenas (sin contar aranceles y precios externos).
- L es un vector de orden (18×1) que representa el conjunto de parámetros referentes a las elasticidades de sustitución y transformación consideradas en el sector externo.
- Q es un vector de orden (198×1) que representa el conjunto de coeficientes de eficiencia y distribución consideradas en las ecuaciones de comportamiento del modelo.

De esta manera, el problema de equilibrio se basa en hallar el valor del vector E que resuelva el sistema anterior, condicionado a los valores del vector Z , empleando algún tipo de algoritmo para su resolución¹¹. Por otro lado, el código fuente para la implementación y solución del sistema (35) se presenta en el *Anexo E*. Finalmente, antes de poder resolver este sistema, se debe poseer los valores para los vectores L y Q , ya que éstos resultan cruciales en el momento de determinar los resultados que generan los ejercicios de simulación. Este aspecto se plantea a continuación.

5. Calibración y ajuste del modelo EGC

La calibración para el modelo EGC que se presenta en este trabajo, consiste en la aplicación conjunta de técnicas deterministas y estadísticas, que darán como resultado los valores y las estimaciones necesarias que permitan resolver el sistema de ecuaciones característico del equilibrio. Cada una de estas técnicas posee su procedimiento propio y lógico para realizar dichas estimaciones, tomando en cuenta la información y la base de datos que se especifica en el *Anexo G*. A continuación, se detalla el funcionamiento de cada una de ellas.

5.1 Calibración determinista

Este tipo de calibración se centra en hallar el valor de los coeficientes de eficiencia y distribución Q , y de algunas variables exógenas implícitas que

¹¹ Ver: Burden, Richare. "Análisis Numérico". México-México. Grupo Editorial Ibero América. Segunda Edición. 1992. Pág. 588-621

intervienen en el modelo EGC, tomando como caso base la MCS en dólares corrientes para el año 2001 (Ver *Anexo F*), con el fin de poder reproducir el equilibrio inicial que ésta representa para dicho año¹². Un procedimiento comúnmente utilizado para establecer este método es considerar todos los precios endógenos del modelo y todos los precios de exportación FOB e importación CIF iguales a la unidad. Esto permite tratar todos los flujos que expresa la MCS como cantidades no económicas, ya que dejan de estar en unidades monetarias, y a la vez, tiene la ventaja de tratar los precios como índices numéricos que permiten establecer la proporción de efecto ante un cambio respecto al equilibrio inicial.

Este hecho tomado en cuenta en el sistema de ecuaciones (35), hace que la estructura del modelo se ajuste a la de la MCS, solamente para ciertos valores de Q que reproduzcan dicha matriz. Esto permitirá conseguir un conjunto de fórmulas que determinen los valores Q en función de los valores que las variables endógenas toman en dicha matriz, como al cálculo previo de algunas variables exógenas que se encuentran o no implícitamente en ella.

De esta manera, considerando la simbología empleada en la MCS establecida en el *Anexo A*, se pueden obtener las siguientes fórmulas de calibración del modelo¹³:

- *Calibración de la distribución en la agregación del consumo intermedio del Sector Privado.*

$$\overline{VA}_i^b = \sum_{k=1}^9 \overline{X}_{ki} \quad \forall 1 \leq i, j \leq 9$$

$$\overline{g}_{ji} = \frac{\overline{X}_{ji}}{\overline{VA}_i^b} \quad \forall 1 \leq i, j \leq 9$$

- *Calibración de la distribución y eficiencia en la agregación de factores de producción del Sector Privado.*

$$\overline{VA}_i^f = \overline{K}_i + \overline{L}_i \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

¹² Este tipo de equilibrio se lo conoce en la literatura económica como *Benchmark*, y permite realizar la verificación del modelo con respecto a los datos base.

¹³ La barra sobre la variable indica que ésta está siendo tratada como dato directamente de la MCS. En cambio, el techo sobre los coeficientes indica su respectiva estimación.

$$\mathbf{a}_i = \frac{\overline{L}_i}{\overline{VA}_i^f} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

$$\hat{\mathbf{b}}_i = \frac{\overline{VA}_i^f}{\overline{L}_i \overline{K}_i^{1-a_i}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Calibración de la distribución en la producción del bien final.*

$$\overline{Q}_i = \left(1 + \overline{\mathbf{t}}_{imp,i}^q\right) \left(\overline{VA}_i^b + \overline{VA}_i^f\right) \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

$$\hat{\mathbf{b}}_i = \frac{\overline{VA}_i^b}{\overline{Q}_i} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

$$\hat{\mathbf{f}}_i = \frac{\overline{VA}_i^f}{\overline{Q}_i} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Calibración de la distribución y eficiencia en la desagregación de la Producción Nacional.*

$$\overline{D}_i^q = \overline{Q}_i - \overline{E}_i^{usa} - \overline{E}_i^{res} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

$$\mathbf{d}_{1,i}^q = \frac{\left(\overline{D}_i^q\right)^{h_i+1}}{\left(\overline{D}_i^q\right)^{h_i+1} + \left(\overline{E}_i^{usa}\right)^{h_i+1} + \left(\overline{E}_i^{res}\right)^{h_i+1}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

$$\mathbf{d}_{2,i}^q = \frac{\left(\overline{E}_i^{usa}\right)^{h_i+1}}{\left(\overline{D}_i^q\right)^{h_i+1} + \left(\overline{E}_i^{usa}\right)^{h_i+1} + \left(\overline{E}_i^{res}\right)^{h_i+1}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

$$\mathbf{d}_{3,i}^q = \frac{\left(\overline{E}_i^{res}\right)^{h_i+1}}{\left(\overline{D}_i^q\right)^{h_i+1} + \left(\overline{E}_i^{usa}\right)^{h_i+1} + \left(\overline{E}_i^{res}\right)^{h_i+1}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

$$\mathbf{g}_{q,i} = \frac{\overline{Q}_i}{\left(\mathbf{d}_{1,i}^q \left(\overline{D}_i^q\right)^{-h_i} + \mathbf{d}_{2,i}^q \left(\overline{E}_i^{usa}\right)^{-h_i} + \mathbf{d}_{3,i}^q \left(\overline{E}_i^{res}\right)^{-h_i}\right)^{-1/h_i}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Calibración de la distribución y eficiencia en la agregación de la Oferta Nacional.*

$$\overline{D}_i^s = \overline{D}_i^q \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

$$\begin{aligned} \bar{S}_i &= (1 + \bar{t}_{iva,i}) (\bar{D}_i^s + \bar{M}_i^{usa} + \bar{M}_i^{res}) \quad \forall 1 \leq i \leq 9 \\ \hat{d}_{1,i}^s &= \frac{(\bar{D}_i^s)^{r_i+1}}{(\bar{D}_i^s)^{r_i+1} + (\bar{M}_i^{usa})^{r_i+1} + (\bar{M}_i^{res})^{r_i+1}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9 \\ \hat{d}_{2,i}^s &= \frac{(\bar{M}_i^{usa})^{r_i+1}}{(\bar{D}_i^s)^{r_i+1} + (\bar{M}_i^{usa})^{r_i+1} + (\bar{M}_i^{res})^{r_i+1}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9 \\ \hat{d}_{3,i}^s &= \frac{(\bar{M}_i^{res})^{r_i+1}}{(\bar{D}_i^s)^{r_i+1} + (\bar{M}_i^{usa})^{r_i+1} + (\bar{M}_i^{res})^{r_i+1}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9 \\ \hat{g}_{s,i} &= \frac{\bar{S}_i}{\left(\hat{d}_{1,i}^s (\bar{D}_i^s)^{-r_i} + \hat{d}_{2,i}^s (\bar{M}_i^{usa})^{-r_i} + \hat{d}_{3,i}^s (\bar{M}_i^{res})^{-r_i} \right)^{1/r_i}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9 \end{aligned}$$

- *Calibración de la distribución en el consumo del Hogar.*

$$\begin{aligned} \bar{I}^{hog} &= \bar{L} + \bar{K} \\ \bar{V}^{hog} &= \sum_{i=1}^9 \bar{V}_i^{hog} \\ \hat{q}_i^{hog} &= \frac{\bar{C}_i^{hog}}{\bar{I}^{hog} - \bar{U}^{hog} - \bar{V}^{hog}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9 \end{aligned}$$

Por motivos de facilidad, se considera que todas estas fórmulas forman conjuntamente una función vectorial única, que establece lo que se conocerá como el *módulo de calibración determinística del modelo EGC para el año base* $T = 2001$. Esta función puede ser expresada como:

$$Q = F(\bar{E}_T, \bar{Z}_T, L) \quad (36)$$

donde:

- \bar{E}_T es un vector de orden (227×1) que representa el conjunto de valores para las variables endógenas en el año base T .

- \overline{Z}_T es un vector de orden (76×1) que representa el conjunto de valores para las variables exógenas en el año base T ¹⁴.

Por otro lado, como esta función depende de algunas variables exógenas implícitas dentro de la matriz (excluyendo ahorro e inversión de los hogares y gobierno, consumo gubernamental y dotación inicial de factores), se necesita realizar un cálculo previo de ellas. Este cálculo se muestra a continuación:

- *Cálculo de las tasas arancelarias de importación*¹⁵.

$$\overline{t}_{m,i}^{usa} = \frac{\overline{Ar}_i^{usa}}{\overline{M}_i^{usa}} \quad \overline{t}_{m,i}^{res} = \frac{\overline{Ar}_i^{res}}{\overline{M}_i^{res}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Cálculo de los precios externos de exportación e importación*

$$\begin{aligned} \overline{p}_{mf,i}^{usa} &= \left(1 + \overline{t}_{m,i}^{usa}\right)^{-1} & \overline{p}_{mf,i}^{res} &= \left(1 + \overline{t}_{m,i}^{res}\right)^{-1} \\ \overline{p}_{ef,i}^{usa} &= \left(1 + \overline{t}_{e,i}^{usa}\right) & \overline{p}_{ef,i}^{res} &= \left(1 + \overline{t}_{e,i}^{res}\right) \end{aligned} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Cálculo de las tasas de otros impuestos indirectos.*

$$\overline{t}_{imp,i}^q = \frac{\overline{IMP}_i}{\overline{Q}_i} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Cálculo del IVA.*

$$\overline{t}_{iva,i} = \frac{\overline{IVA}_i}{\overline{D}_i^s + \overline{M}_i^{usa} + \overline{M}_i^{res}} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Cálculo de la tasa de impuesto sobre el ingreso neto del hogar.*

$$\overline{t}_{imp}^{hog} = \frac{\overline{U}^{hog}}{\overline{I}^{hog}}$$

¹⁴ Hay que tener en cuenta que los precios de exportación FOB e importación CIF (exógenos) son fijados a 1 dentro de este vector.

¹⁵ El cálculo para las tasas arancelarias $\overline{t}_{e,i}^{usa}$, $\overline{t}_{e,i}^{res}$ de exportación no se puede obtener de la MCS, ya que ésta no incluye los aranceles que se cobran al bien exportado. Este tipo de datos se encuentran ya calculados y provistos por otras fuentes.

5.2 Calibración entrópica

Este tipo nuevo de calibración se plantea con el objetivo de estimar los parámetros de sustitución y transformación \mathbf{L} de las funciones de agregación de la oferta y desagregación de la producción dentro del modelo EGC¹⁶, tomando en cuenta la información que se posee en las MCS para los años 1993-2001, convertidas a precios corrientes en dólares, como en otras fuentes de datos exógenos (índices de precios de exportación FOB e importación CIF). Toda ésta información se presenta en el *Anexo F*. En resumen, este proceso utiliza como directrices en su funcionamiento el *grado de precisión y predicción* que posee la estimación en base a la estructura que adquiere el modelo en todo el trayecto de tiempo. Dichos grados ayudan a construir la estimación por Máxima Entropía (ME)¹⁷, y se los menciona a continuación.

El grado de precisión se asocia a la formulación (35) del modelo EGC en todo el horizonte de tiempo que se posee (sin introducir elementos dinámicos), de tal manera que este sistema reproduzca los equilibrios con factuales para cada una de las economías representativas, en base al conjunto de valores que tomen las variables exógenas \mathbf{Z}_t en dicho horizonte, como al valor condicionado de los coeficientes \mathbf{Q} proporcionados por el módulo de calibración determinística (36), en cuyo caso se suponen como conocidos los valores del vector \mathbf{L} ; es decir:

$$\begin{aligned} F(\mathbf{E}_t, \mathbf{Z}_t, \mathbf{L}, \mathbf{Q}) &= 0 \quad \forall t = 1993, \dots, T \\ \mathbf{Q} &= F(\overline{\mathbf{E}}_T, \overline{\mathbf{Z}}_T, \mathbf{L}) \end{aligned} \tag{37}$$

La solución de esta serie de modelos EGC para cada instante t , establece la predicción para todas las variables endógenas del modelo en todo el trayecto histórico de tiempo. En base a estas predicciones se formulan las siguientes *variables objetivo*¹⁸:

¹⁶ Existen otros procedimientos para estimar el valor de estos parámetros. Ver: Kapuscinski, Cezary; Warr, Peter. “*Estimation of Armington Elasticities: An Application to the Philippines*”. Department of Economics, Australian National University. Febrero del 2001. Pág 4-7.

¹⁷ Ver: Armdta, Channing; Robinson, Sherman; Tarpc, Finn. “*Parameter estimation for a Computable General Equilibrium Model*”. Economic Modelling ELSEVIER, Marzo del 2001. Pág. 379-382.

¹⁸ El número y definición de las variables objetivo que se desee asentar en ésta calibración depende exclusivamente del analista. Puede considerar al menos una como todas las variables endógenas que se plantean en el modelo de equilibrio.

- *Producto Interno Bruto desagregado por sectores. justificado*

$$PIB_i = VA_j^f p_{VA,i}^f + \frac{t_{imp,i}}{1+t_{imp,i}} p_i^q Q_i + \frac{t_{iva,i}}{1+t_{iva,i}} p_i^s S_i + \frac{t_{m,i}^{usa}}{1+t_{m,i}^{usa}} p_{m,i}^{usa} M_i^{usa} + \frac{t_{m,i}^{res}}{1+t_{m,i}^{res}} p_{m,i}^{res} M_i^{res} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Total de Consumo Nacional desagregado por productos*

$$CN_i = S_i \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Total de Producción Nacional desagregado por sectores*

$$CN_i = S_i \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Total de Importación Nacional desagregado por sectores.*

$$TM_i = p_{m,i}^{usa} M_i^{usa} + p_{m,i}^{res} M_i^{res} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

- *Total de Exportación Nacional desagregado por sectores.*

$$TE_i = p_{e,i}^{usa} E_i^{usa} + p_{e,i}^{res} E_i^{res} \quad \forall 1 \leq i \leq 9$$

El propósito de estas variables es ser comparadas relativamente con sus respectivos valores reales para cada año t (obtenidos a partir de la MCS de dicho año) con el fin de poder determinar el *grado de predicción* que posee la estimación de \mathbf{L} ; es decir:

$$\mathbf{e}_t = (\mathbf{G}(\mathbf{E}_t, \mathbf{Z}_t, \mathbf{L}, \mathbf{Q}) - \overline{\mathbf{U}}_t) \div \mathbf{U}_t \quad \forall t = 1993, \dots, T \quad (38)$$

donde:

- \mathbf{e}_t es un vector de orden (45×1) que representa el conjunto de errores relativos entre las variables objetivo y sus valores reales para el año t ¹⁹.

¹⁹ Debido a que los coeficientes del modelo son calibrados para el año base $T = 2001$, se tiene que $\mathbf{e}_T = 0$

- $G(\mathbf{E}_t, \mathbf{Z}_t, \mathbf{L}, \mathbf{Q})$ es una función vectorial de orden (45×1) que genera los valores de predicción de las variables objetivo para el año t .
- $\bar{\mathbf{U}}_t$ es un vector de orden (45×1) que representa el conjunto de valores reales para las variables objetivo en el año t .
- \div indica la división entre componentes vectoriales del mismo índice.

Una vez explicados ambos grados de medida en la estimación, se puede ahora establecer el tipo de estructura probabilística que éstos adquieren. Para esto, se considera que cada componente del vector \mathbf{L} es una variable aleatoria discreta de soporte compacto, con N^{20} valores posibles. De esta manera, una estimación para dicha componente podría darse mediante su esperanza; es decir:

$$\hat{\Lambda}_j = \sum_{n=1}^N p_{jn} u_{jn} \quad (39)$$

donde:

- $\hat{\Lambda}_j$ es el valor esperado de la variable Λ_j .
- u_{jn} , $n = 1, \dots, N$ son los valores posibles que puede tener la variable Λ_j .
- p_{jn} , $n = 1, \dots, N$ son las probabilidades de que la variable Λ_j tome el valor u_{jn} . Además $p_{jn} \geq 0 \quad \forall 1 \leq n \leq N$ y $\sum_{n=1}^N p_{jn} = 1$.

De manera similar, cada componente del vector \mathbf{e}_t se considera como una variable aleatoria discreta de soporte compacto, con M valores posibles. Su estimación también se puede obtener mediante su esperanza; es decir:

$$\hat{e}_{tk} = \sum_{m=1}^M q_{tkm} v_{tkm} \quad (40)$$

donde:

²⁰ Resulta suficiente construir un conjunto de soporte de a lo más 3 valores posibles, aunque no se prohíbe que dicho conjunto pueda poseer mayor cardinalidad. Todo depende de la cantidad de información a priori que se tenga con respecto a las elasticidades en dicho momento.

- \hat{e}_{tk} es el valor esperado de la variable e_{tk} .
- v_{tkm} , $m = 1, \dots, M$ son los valores posibles que puede tener la variable e_{tk} .
- q_{tkm} , $m = 1, \dots, M$ son las probabilidades de que la variable e_{tk} tome el valor v_{tkm} . Además $q_{tkm} \geq 0 \quad \forall 1 \leq m \leq M$ y $\sum_{m=1}^M q_{tkm} = 1$.

Estas estructuras, en conjunto con (37) y (38), permiten establecer a través del tiempo el entorno económico (Macro-estados) en el cual se desenvuelven los posibles valores para las elasticidades y errores relativos, y en definitiva, para sus respectivas probabilidades (Micro-estados). De acuerdo a esto, con el fin de conseguir una estimación que utilice toda la información disponible, pero evitando incluir cualquiera que no lo éste (como suposiciones fuertes en las funciones de probabilidad), se incorpora una medida cuantitativa de la incertidumbre que se tiene al manejar las funciones de probabilidad asociadas a (39) y (40). Esta medida la establece la entropía²¹ de dichas funciones, y es la siguiente:

$$\sum_{j=1}^N \sum_{n=1}^N p_{jn} \text{Log} \left(\frac{1}{p_{jn}} \right) + \sum_{t=1993}^T \sum_{k=1}^M \sum_{m=1}^M q_{tkm} \text{Log} \left(\frac{1}{q_{tkm}} \right)$$

Finalmente, considerando que la incertidumbre que expresa esta función se desea maximizar y tomando en cuenta la información que se posee del entorno en las estructuras (37), (38), (39) y (40), se puede formular el problema correspondiente a la estimación *ME* de la siguiente manera:

²¹ Hablando desde el punto de vista de la Estadística Matemática, la entropía se entiende como el valor esperado negativo del logaritmo de la función de probabilidad de una variable aleatoria. Este valor es enteramente positivo, siendo también accesible a valores nulos. Su maximización permite obtener una distribución lo más aleatoria e insesgada posible dentro de las restricciones que caracterizan el entorno del sistema, sin considerar aquellas que el analista pueda estar imponiendo a la distribución.

$$\text{Max}_{s.r.} \sum_{j=1}^{18} \sum_{n=1}^N p_{jn} \text{Log} \left(\frac{1}{p_{jn}} \right) + \sum_{t=1993}^T \sum_{k=1}^{45} \sum_{m=1}^M q_{tkm} \text{Log} \left(\frac{1}{q_{tkm}} \right)$$

$$F(\mathbf{E}_t, \mathbf{Z}_t, \mathbf{\Omega}, \Theta) = 0 \quad \forall 1993 \leq t \leq T$$

$$\mathbf{e}_t = (\Gamma(\mathbf{E}_t, \mathbf{Z}_t, \Lambda, \Theta) - \bar{Y}_t) \div Y_t \quad \forall 1993 \leq t \leq T$$

$$\Theta = \Phi(\bar{\mathbf{E}}_T, \bar{\mathbf{Z}}_T, \Lambda)$$

$$\mathbf{O}_j = \sum_{n=1}^N p_{jn} u_{jn} \quad \forall 1 \leq j \leq 18$$

$$e_{tk} = \sum_{m=1}^M q_{tkm} v_{tkm} \quad \forall 1993 \leq t \leq T, \forall 1 \leq k \leq 45$$

$$\sum_{n=1}^N p_{jn} = 1 \quad \forall j \leq 18$$

$$\sum_{m=1}^M q_{tkm} = 1 \quad \forall 1993 \leq t \leq T, \forall 1 \leq k \leq 45$$

Como resultado de este problema, se obtienen los valores para las probabilidades q_{tkh} y p_{jm} ; las cuales a su vez, determinarán la estimación de los vectores \mathbf{e}_t y \mathbf{L} , que servirán para el análisis del ajuste de las variables objetivo en todo el horizonte de tiempo, como para la simulación de posteriores equilibrios concontractuales.

Los conjuntos soporte para las componentes vectoriales de \mathbf{L} y \mathbf{e}_t se establecen conjuntamente con el análisis de resultados en la siguiente sección. Por otro lado, el código fuente para la programación de la calibración determinística y entrópica se presenta en el *Anexo E*.

6. Análisis y resultados

En esta sección se examinan primero algunas medidas de bondad de ajuste entre las series de datos predecidos y las series de datos a valores reales de las variables objetivo que entran en la calibración entrópica del modelo. Así mismo, se analiza el nivel de información que los conjuntos soporte a priori aportan a la estimación de los parámetros de elasticidad CES y CET.

Posteriormente, utilizando dichas estimaciones, se analiza la influencia de la variación de políticas arancelarias mediante la simulación de equilibrios confractuales sujetos a dos tipos diferentes de escenarios comerciales: Tratado de Libre Comercio (*TLC*) y Liberalización Parcial (*LP*).

Las tasas arancelarias con las cuales parte la calibración y simulación del modelo se presentan en el *Anexo F*. Por otro lado, la forma en que se encuentran codificados los sectores y/o productos considerados en este análisis se presenta en el *Anexo A*.

6.1.1 Resultados de la calibración entrópica del modelo

6.1.1 Definición de los conjuntos soporte

El juicio que pueda tener el analista dentro de la asignación de los posibles valores para las elasticidades, para las variables objetivo, como para las posibles ponderaciones que se quiera incluir dentro de la función entrópica, está libre a cualquier interpretación e información que éste posea.

En este trabajo, por principios de facilidad, se considera que la cardinalidad de todos los conjuntos soporte es igual a 3, con el objetivo de establecer un máximo y un mínimo en la variación de la variable, pero con la influencia de una tendencia central dada por un valor medio. De esta manera, debido a la definición de las variables objetivo como cambios relativos de las variables endógenas frente a sus valores reales en la MCS, el conjunto soporte para todas ellas se consideró limitado en un máximo y mínimo del 100% (y tendencia central nula), con el fin de poder capturar algunas inestabilidades en la economía. Sin embargo, el criterio para poder escoger estos valores puede obtenerse de estudios y análisis más a fondo de la economía ecuatoriana.

Por otro lado, la asignación de valores posibles para los parámetros CES y CET, consistió en analizar las elasticidades con las cuales aportan dichos parámetros a las

funciones de agregación de la oferta y desagregación de la producción, respectivamente. Dichas elasticidades se enmarcaron en conjuntos soporte con valores máximos y mínimos relativamente iguales entre ellas, pero con la diferencia en su tendencia central.

La concepción de la economía ecuatoriana llevó a suponer que las elasticidades CES son previamente determinadas a un alto nivel de sustitución entre las importaciones y el mercado nacional, haciendo de la tendencia central más cercana a su valor máximo; hecho que no se supone en el caso de las elasticidades CET, en donde se consideró más una aproximación a la imperfecta sustitución entre las exportaciones y el mercado nacional, haciendo de la tendencia central más cercana a su valor mínimo.

A continuación se presentan los conjuntos soporte para los parámetros CES y CET con sus respectivas elasticidades, los cuales son iguales para todos los 9 productos que se consideran en el modelo.

<i>Parámetros / Elasticidad CES</i>		
<i>Valor inferior</i>	<i>Valor medio</i>	<i>Valor Superior</i>
-0.67 (3.00)	-0.33 (1.50)	3.00 (0.25)

<i>Parámetro/elasticidad CET</i>		
<i>Valor inferior</i>	<i>Valor medio</i>	<i>Valor Superior</i>
-6.00 (0.2)	-3.50 (0.4)	-1.40 (2.50)

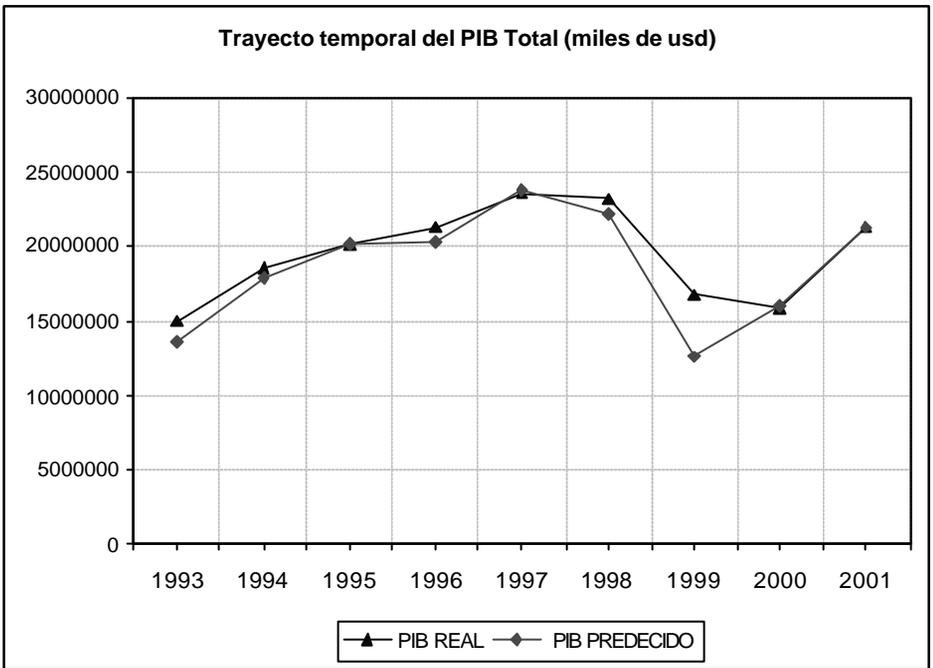
Por otro lado, con el objetivo de promover equitativamente la cantidad de incertidumbre que los parámetros CES y CET aportan a la entropía del sistema 5.41, de tal manera que sus estimaciones no escapen a la estructura e información que impone el modelo en el transcurso del tiempo, se ponderó cada una de ellas en base al nivel de importación o exportación (según sea el caso) que se posee en particular en el año base (2001). Estas ponderaciones se pueden obtener de la MCS 2001, y se presentan a continuación.

	<i>Productos</i>								
	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>B4</i>	<i>B5</i>	<i>B6</i>	<i>B7</i>	<i>B8</i>	<i>B9</i>
<i>Peso Parámetro CES</i>	0.03	0.002	0.052	0.047	0.004	0.037	0.308	0.366	0.154
<i>Peso Parámetro CET</i>	0.223	0.005	0.355	0.165	0.002	0.015	0.054	0.027	0.153

6.1.2 Ajuste temporal del modelo frente a las variables objetivo

Debido al gran número de variables objetivo que se plantearon en el sección 6.2, y con el fin de realizar un análisis práctico y visual de éstas, se detallan y resumen sólo sus respectivos agregados totales²², tanto reales como predecidos, en todo el horizonte de tiempo que se posee (1993-2001). A continuación se ilustra el trayecto temporal de estos agregados.

Gráfico No. 1



²² A pesar de que existe la posibilidad de excluir algún resultado significativo e importante con este punto de vista general, éste no fue el caso.

Gráfico No. 2

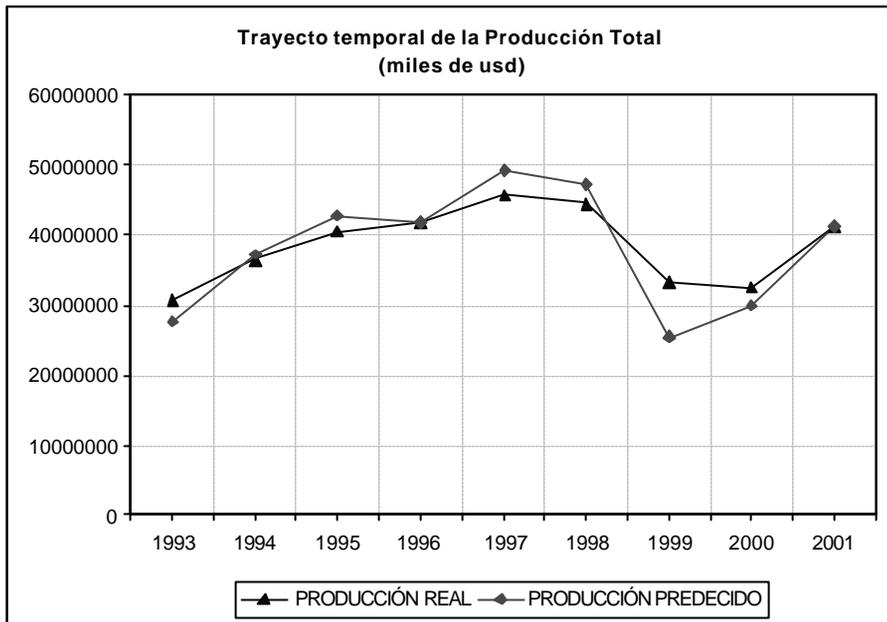


Gráfico No. 3

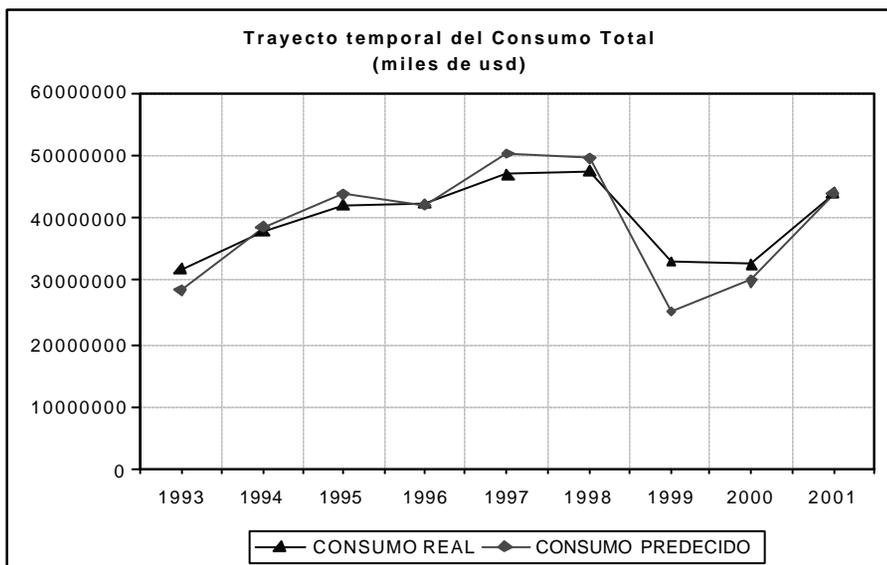


Gráfico No. 4

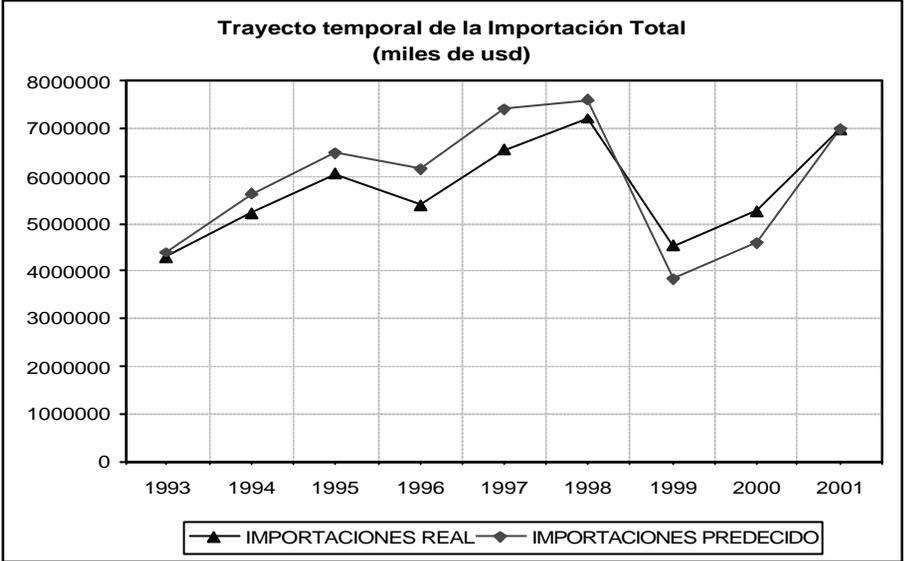
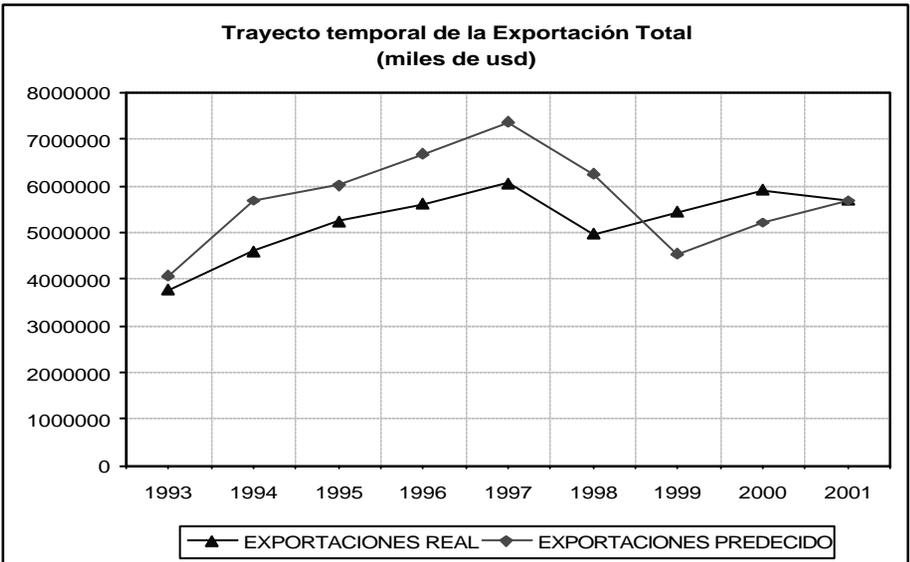


Gráfico No. 5



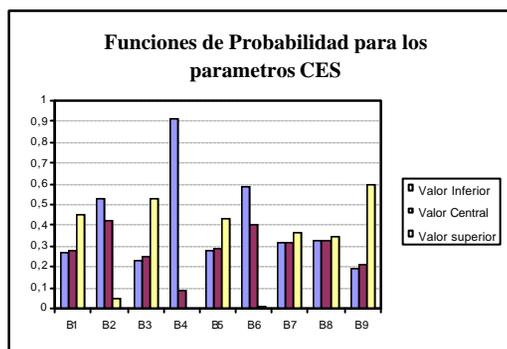
Como se puede observar de manera general, el ajuste de las variables objetivo que realiza la calibración del modelo frente a sus valores reales es bastante bueno²³, ya que éste trata de asimilar las fluctuaciones que existen en estas variables durante todos los años²⁴, con valores muy cercanos a los reales. No obstante, las series predecidas para el total de importaciones y el total de exportaciones (Gráficos No 4 y 5) no obtienen el mismo punto de vista. Esto tal vez se deba al carácter exógeno de los precios de importación CIF e exportación FOB que intervienen en la calibración, ya que éstos pueden tener un fuerte impacto en sus respectivos flujos asociados.

6.1.3 Inferencia y valores para los parámetros CES Y CET

Como consecuencia del análisis anterior, la bondad de ajuste en los agregados para las variables objetivo permite tener un buen grado de confianza en la capacidad de predicción que posee la calibración del modelo. Esto también daría un cierto grado de validez a las estimaciones que se consiga para los parámetros CES y CET. Sin embargo, con el fin de observar la tendencia de estos valores, es necesario realizar un análisis referente a las probabilidades que estos parámetros toman para los distintos valores de sus conjuntos soporte.

A continuación, se ilustran las funciones de probabilidad encontradas para estos parámetros, como también se presentan las estimaciones de éstos con sus respectivas elasticidades.

Gráfico No. 6

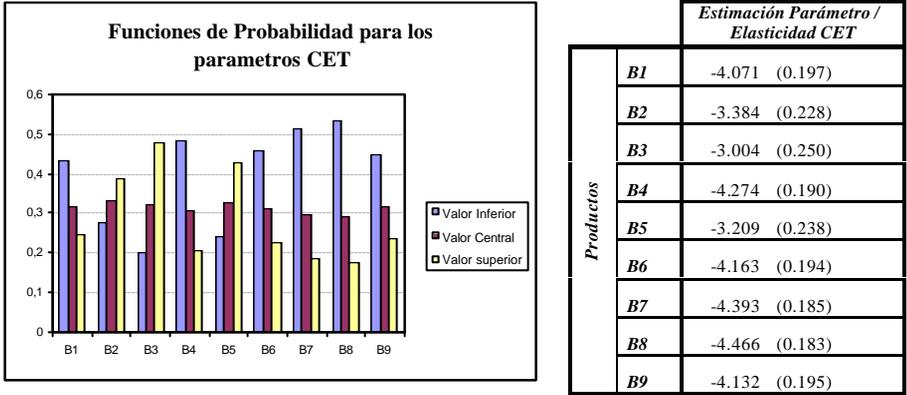


		Estimación Parámetro / Elasticidad CES
Productos	B1	1.073 (0.482)
	B2	-0.352 (1.544)
	B3	1.355 (0.425)
	B4	-0.637 (2.756)
	B5	1.003 (0.499)
	B6	-0.494 (1.978)
	B7	0.766 (0.566)
	B8	0.717 (0.582)
	B9	1.580 (0.388)

²³ Existen indicadores que permiten medir el ajuste de estas series. Ver: Kehoe, Timothy; Polo, Clemente. "An evaluation of performance of an applied general equilibrium models of the Spanish economy". Economic Theory. Springer-Verlag. Septiembre del 1994. Pág. 124-128.

²⁴ En especial durante el año 1999, a pesar de que la calibración trata de estimar muy por debajo la crisis de ese año

Gráfico No. 7



Como se puede ver en el Gráfico No 6, el supuesto acerca del alto nivel de sustitución en las importaciones dentro de los conjuntos soporte para los parámetros CES no se ve claramente justificado, ya que solo los productos *B2*, *B4* y *B6* tienden a tomar elasticidades mayores, a diferencia del resto del productos que tienden a tomar elasticidades menores (a excepción de los productos *B7* y *B8*, en donde prácticamente la estimación del parámetro CES llega a conformarse mediante una media aritmética²⁵).

Por otro lado, analizando el Gráfico No 7, se puede observar que las estimaciones para los parámetros CET sí cumplen con el supuesto asumido en la elaboración de sus conjuntos soporte, ya que la mayoría de productos tienden a tomar elasticidades muy pequeñas, a excepción de *B2*, *B3* y *B5*, en donde ligeramente se rompe este hecho.

6.2 Resultados obtenidos del modelo de equilibrio general

Con el modelo de equilibrio general computable calibrado para el año base 2001, se procede a realizar las simulaciones concernientes a los siguientes tipos de escenarios:

²⁵ Se debe tener mucho cuidado con la interpretación que se le pueda dar a la elasticidad asociada a la estimación de los parámetros CES y CET, ya que ésta no es la misma a su estimación en valor esperado, considerando como valores posibles aquellos asociados a los respectivos conjuntos soporte de los parámetros.

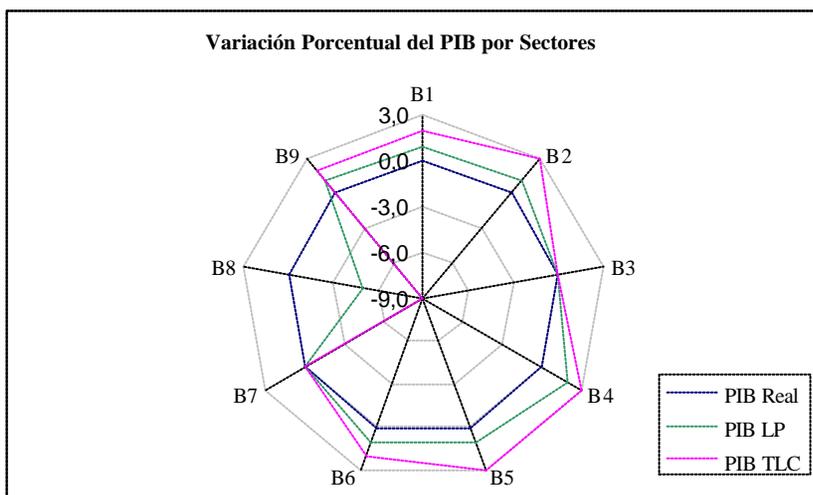
- *Tratado de Libre Comercio (TLC)*. Política comercial de cero aranceles entre Ecuador y Estados Unidos.
- *Liberalización Parcial (LP)*. Política comercial en la reducción del 50% de aranceles entre Ecuador y Estados Unidos.

Para este efecto, se propone analizar conjuntamente las variables objetivo²⁶ *PIB*, *Total de importaciones* y *Total de exportaciones* de manera desagregada y agregada. Este análisis se hará en función de su respectivo cambio relativo al equilibrio inicial, con el fin de observar cuales sectores son los más afectados por un cambio de política comercial y cuales de estas variables son las más influenciadas a dicho cambio, mediante el uso de gráficos radiales y de barras.

6.2.1 Análisis confractal del PIB

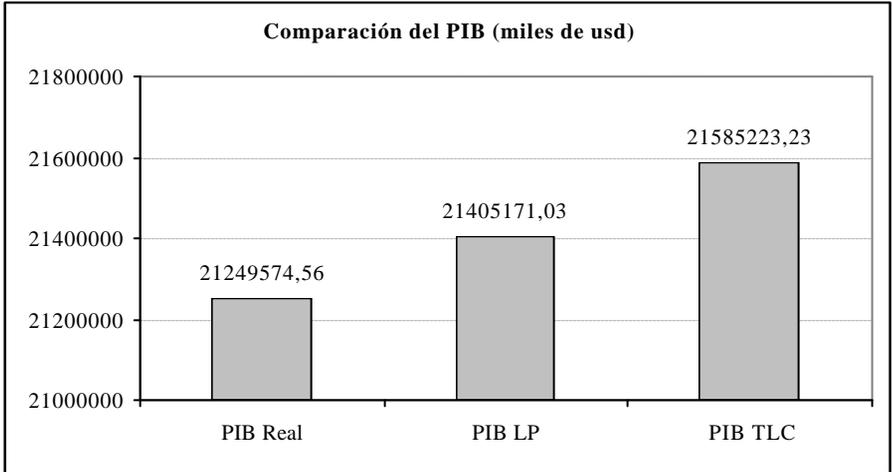
Primeramente se ilustra las variaciones porcentuales del PIB en los nueve sectores productivos, y luego la variación total con respecto al año base.

Gráfico No. 8



²⁶ En este documento se excluye el análisis confractal de las variables objetivo *Total de producción* y *Total de consumo*, con el fin de no hacer redundante el análisis.

Gráfico No. 9



Como se puede observar en el Gráfico No. 8, al considerar una desgravación parcial el sector más perjudicado sería el *B8*, que sufre una caída del 5%. El resto de sectores tienen pequeños incrementos positivos, a excepción de *B3* y *B7* que no se alteran.

Al considerar una desgravación total se observa que la tendencia de variación del PIB es similar al escenario *LP*, con la diferencia en que se acentúan más los cambios. De esta manera, el sector *B8* sigue siendo perjudicado con un decrecimiento aún mayor del 9%, mientras que los demás sectores resaltan crecimientos entre un 2% y 3%, a excepción de *B3* y *B7* que se mantienen estables. La razón de la fuerte caída del sector *B8* quizá se deba al aumento en importaciones de este producto y la subsiguiente pérdida de valor agregado en el mismo. Este hecho indicaría su importancia dentro de la negociación del tratado.

El Gráfico No. 9 muestra la variación del PIB Total debido a escenarios *LP* y *TLC*, respectivamente. Así se tienen incrementos del 0.73% y 1.58% para cada caso. Estos incrementos son pequeños e inducen a ser conservadores con respecto al Tratado de Libre Comercio.

6.2.2 Análisis confractual de las Importaciones

Al tratarse de una negociación de Libre Comercio, no se puede dejar al margen el análisis de las exportaciones e importaciones. Por consiguiente, se presentan a continuación sus respectivos gráficos de variación porcentual y total.

Gráfico No. 10

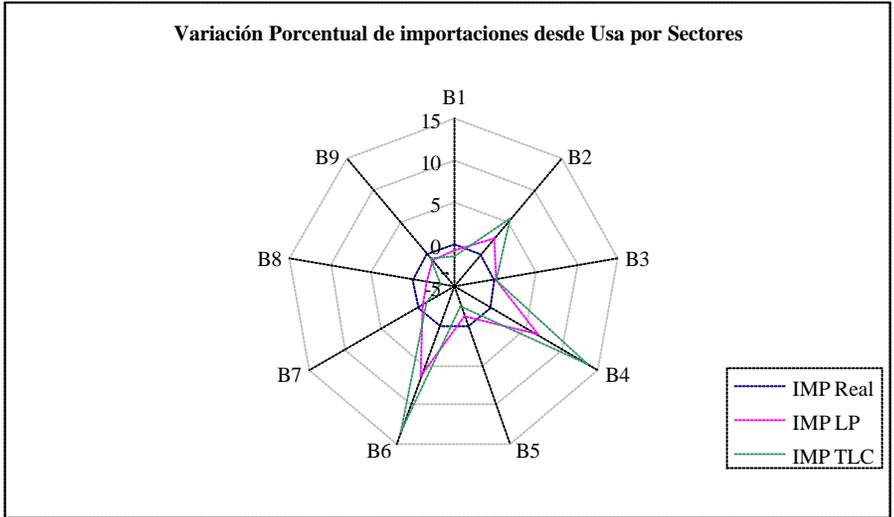


Gráfico No. 11

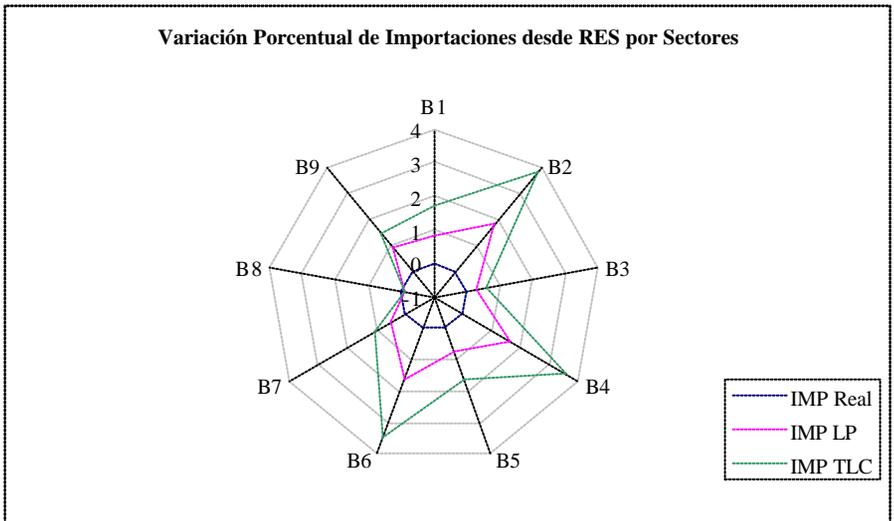


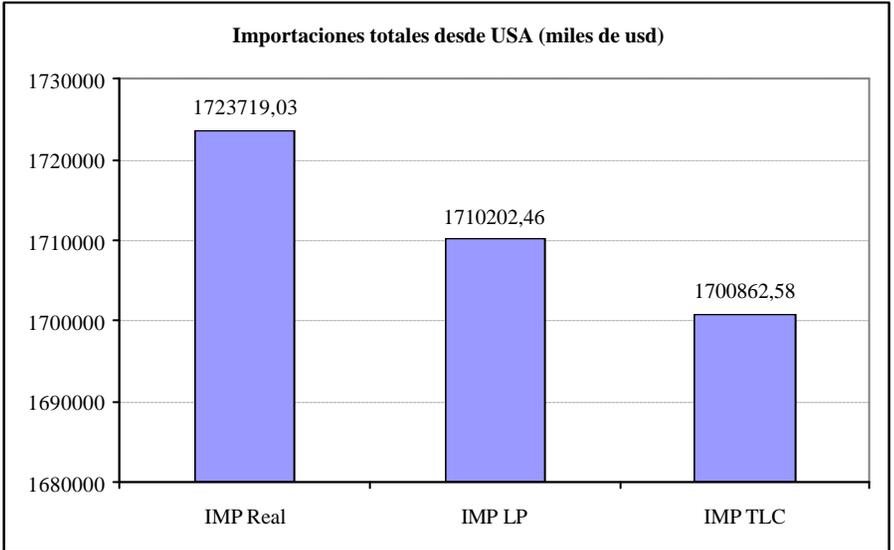
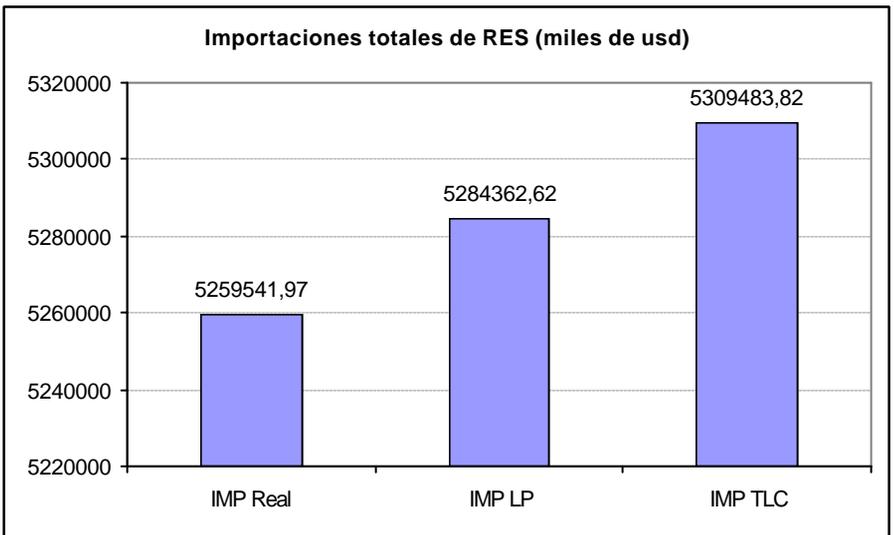
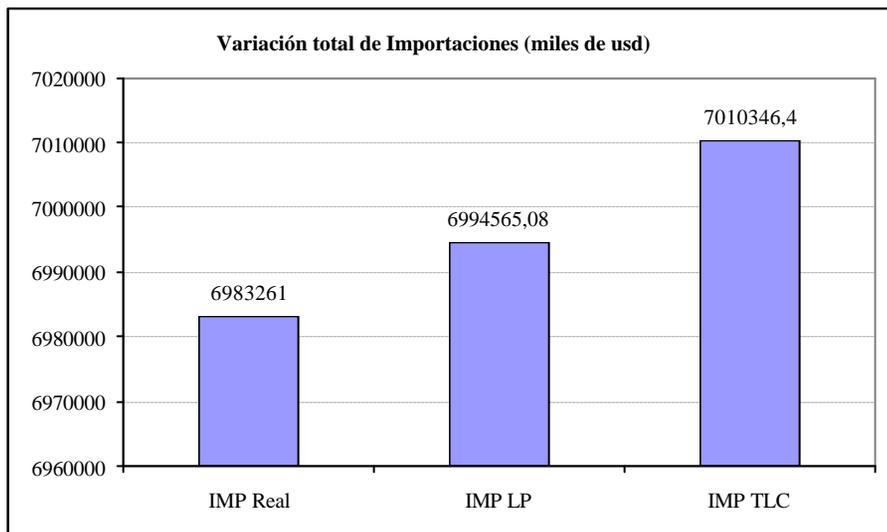
Gráfico No. 12**Gráfico No. 13**

Gráfico No. 14



Como se puede observar en el Gráfico No. 12, el valor de las importaciones totales²⁷ desde USA cae por la disminución de los aranceles, en 0.78% para la LP y en 1.32% para el TLC. Al tratar de analizar los sectores más afectados en el escenario LP, se observa que B1, B5, B7, B8, y B9 sufren caídas en sus importaciones del 1% al 2%; mientras que los sectores B3, B4 y B6 desatan incrementos del 0.08%, 6.5% y 6.33%, respectivamente (Ver Gráfico No. 10). Así mismo, para el caso del TLC se observa una tendencia similar en las variaciones de éstas, resaltándose más sus cambios (Este hecho puede ser consecuencia de las tendencias similares en la variación del PIB para ambos escenarios). Así, las importaciones de los sectores B1, B5, B7, B8 y B9 poseen caídas que varían entre el 0.5% al 3.3%; mientras que el resto de sectores producen incrementos circunstanciales que varían entre el 5.2% al 13.6%, a excepción del sector B3, cuya variación es insignificante. Esto sucede ya que en sí las importaciones en cantidades crecen, pero el valor en el mercado nacional baja por la disminución de aranceles.

Por otro lado, analizando las importaciones del Resto del Mundo sucede lo contrario, ya que el Gráfico No. 13 muestra un ligero incremento de éstas (0.47% para la LP y 0.94% para el TLC). Esto se deba tal vez a la disponibilidad de efectivo

²⁷ Se debe tener en cuenta que éste valor ya incluye los aranceles con los cuales se ésta simulando los escenarios.

que se presenta por la disminución del costo de las importaciones desde USA y por la inalteración existente en las tasas arancelarias del Resto del Mundo. Cabe resaltar en éste análisis los incrementos importantes que poseen los sectores *B2* y *B6* en las importaciones desde ésta región (Ver Gráfico No 11). Así mismo, comparando los totales de importaciones que realiza el país, se percibe que de alguna manera se compensan, y por ello el crecimiento en ellas es muy pequeño. En términos porcentuales se está hablando de un incremento del 0.16% y 0.38% para la *LP* y *TLC*, respectivamente (Ver Gráfico No. 14).

6.2.3 Análisis confractal de las Exportaciones

Los siguientes gráficos muestran como varían las exportaciones desagregadas por sector, región y de acuerdo a sus respectivos totales.

Gráfico No. 15

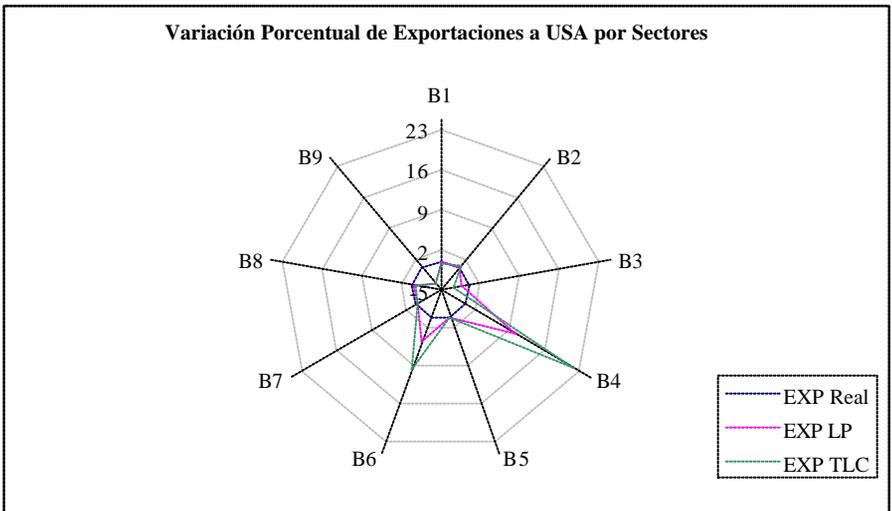


Gráfico No. 16

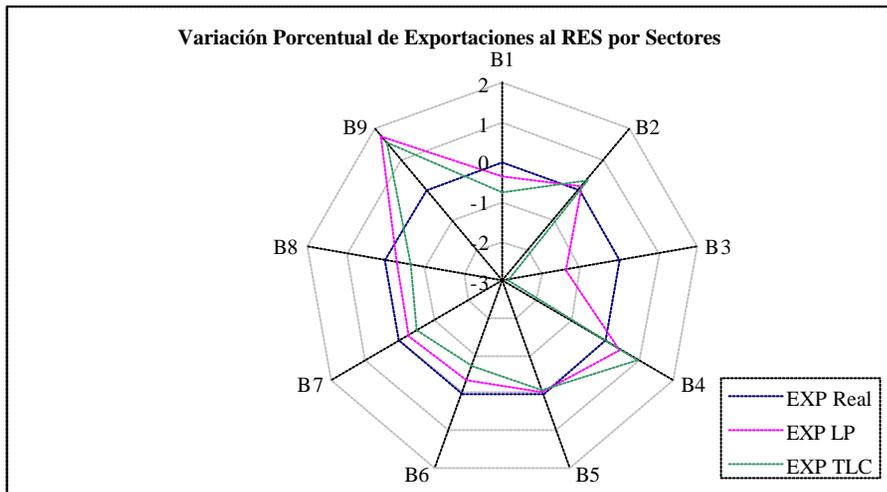


Gráfico No. 17

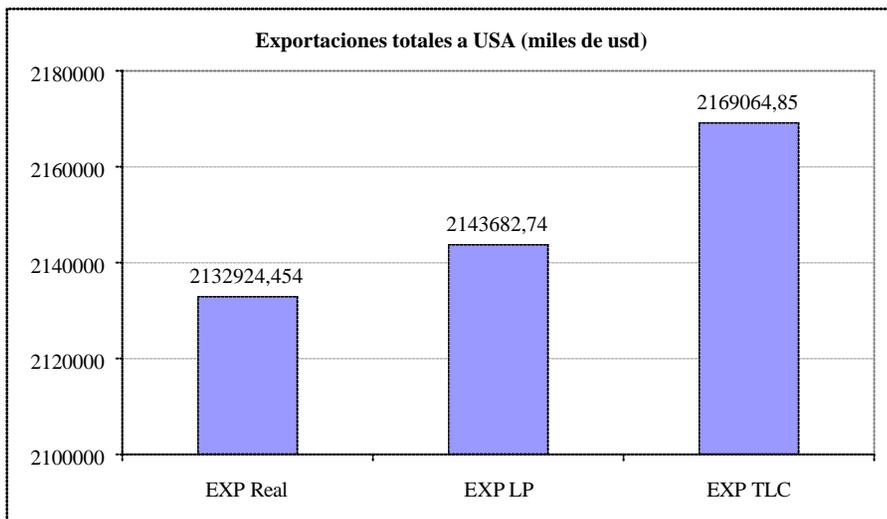
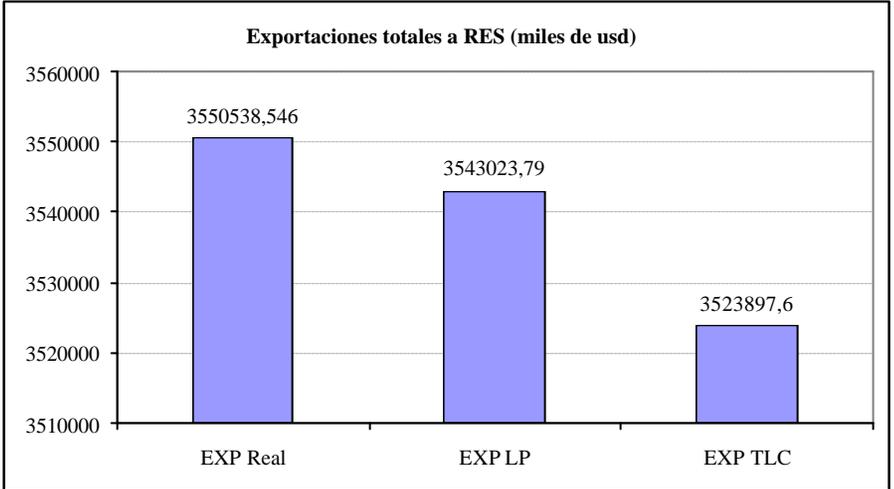
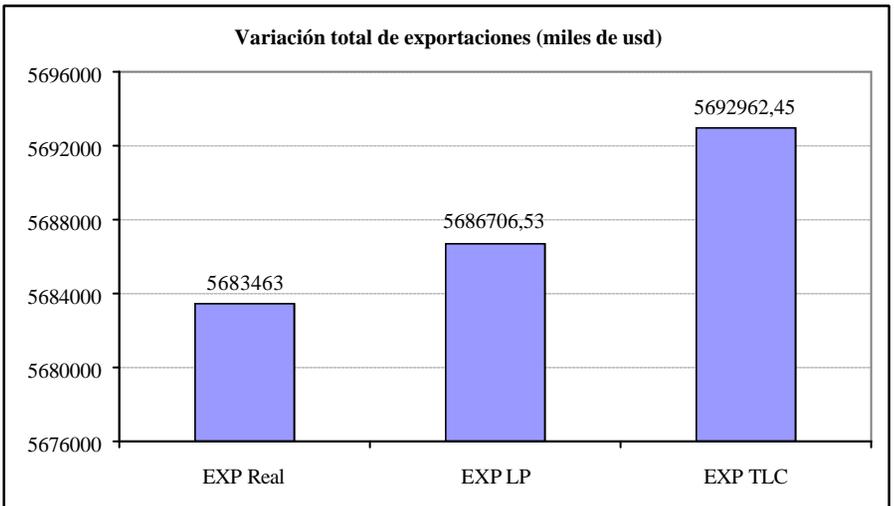


Gráfico No. 18**Gráfico No. 19**

Analizando las exportaciones a USA con una política de *LP*, se observa en el Gráfico No 15 que los sectores que poseen incrementos importantes son el *B4* y *B6*, en un orden del 9.93% y 4.7% respectivamente. A pesar de ello, existen sectores que tienen disminuciones no tan considerables en su nivel de exportaciones, como lo son el *B3* y *B9*, que sufren caídas del 1.24% y 3.46% respectivamente. El resto de sectores tienen cambios insignificativos que no ameritan analizar. Por otro lado, considerando una política de *TLC*, los sectores mencionados sufren cambios más pronunciados en un orden cercano al 200% del efecto anterior, a excepción del sector *B9* que mantiene su caída alrededor de un 3.67%. Así mismo, el resto de sectores no tienen cambios mayores en valor absoluto al 1%.

Por otro lado, las exportaciones que se realizan al Resto del mundo disminuyen para el caso de la *LP* (Gráfico No. 16) en los sectores *B1*, *B3*, *B5*, *B6*, *B7* y *B8*, con caídas que van desde cerca de cero al 1.38%; mientras que los sectores *B2*, *B4* y *B9* poseen incrementos pequeños del 0.12%, 0.43% y 1.77% respectivamente. Para el caso del *TLC*, estas exportaciones siguen las mismas tendencias que para el caso de la *LP*. De esta manera los efectos del tratado prácticamente se duplican, tanto en las disminuciones como en los incrementos de los respectivos sectores (a excepción del sector *B9*, que mantiene su incremento alrededor del 1.55%).

Como se logra observar en los Gráficos No 17 y 18, las exportaciones a USA en un escenario *LP* aumentan en un 0.50%, mientras que al Resto del mundo disminuyen en un 0.21%. Por otro lado, para el caso del *TLC* las exportaciones a USA suben en 1.7% y al Resto del mundo caen en 0.75%. Así mismo, analizando el Gráfico No 19, se nota que las exportaciones totales se incrementan en un 0.05% para el caso de la *LP* y en un 0.16% para el caso del *TLC*. Estas variaciones son muy pequeñas como consecuencia de los bajos aranceles que actualmente USA cobra a nuestro producto, cuya reducción tiene un efecto mínimo sobre el precio de adquisición externo y por consiguiente, en su cantidad demandada. Estos resultados no llegan a ser una buena noticia para el sector privado ecuatoriano, ya que la expansión comercial que éste tendría sería muy insignificante.

7. Conclusiones

Como se ha ido observando a lo largo de este documento de trabajo, el desarrollo de modelos EGC no solo depende de la forma funcional que el analista decida imponer al modelo, ni de las políticas cuyo efecto se desee analizar; sino también del método que éste utilice para la estimación de parámetros necesarios en la simulación de resultados, que en el mayoría de los casos se suponen que toman valores a priori. Este hecho de incertidumbre es el motivo que llevó a cabo la

investigación aquí expuesta, con el fin de no dejar al margen la realidad económica ecuatoriana en un contexto formal y objetivo, que solo tome en cuenta una estructuración neoclásica actual del entorno; sino también eleve el grado de flexibilidad y confianza que se tiene al poder valorar la cantidad de información que se desconoce a cerca del comportamiento y las preferencias que existen en las exportaciones e importaciones del modelo (parámetros de sustitución y elasticidades), como el de cualquier otro agente.

Estos factores hacen de la estimación por máxima entropía empleada en la calibración un procedimiento estable con fundamentos y riqueza en el análisis de resultados, ya que el hecho de incluir un trayecto temporal en la economía a través de una serie de equilibrios generales competitivos, plantearía el entorno dentro del cual se desenvuelve el comportamiento de todos sus agentes, y por lo tanto, de sus respectivos flujos (oferta y demanda), estableciendo así la información necesaria y suficiente que debe ser utilizada a plenitud dentro de la estimación.

De esta manera, con el fin de ampliar y resaltar algunos aspectos importantes de este trabajo, tomando en cuenta todo su desarrollo teórico y práctico, se exponen las siguientes conclusiones.

1. Es claro que la calibración entrópica, al depender de valores para sus conjuntos soporte hace que la estimación que ésta ofrece también lo sea. Es por eso que hay que tener cuidado al considerar algún criterio para su elección, ya que éste puede no incluir el desenvolvimiento temporal de las variables objetivo y la forma funcional en la que se comportan las exportaciones e importaciones de todos los productos, lo cual puede hacer a toda la calibración un método muy sensible ante la variación de dichos valores o un problema infactible que no tenga solución.
2. Existen otros métodos de estimación empleados en la calibración del modelo muy parecidos a la estimación por máxima entropía. Uno de los más conocidos es usando el criterio por máxima verosimilitud, el cual en sí adopta, una estructura fija en la funciones de densidad para los errores que posee el modelo (y por consiguiente para la estimación de los parámetros). No obstante, este método posee una serie de desventajas como lo es la carencia de datos e información en un trayecto considerablemente largo de tiempo, necesarios para la obtención de estimadores asintóticamente normales utilizados para la elaboración de intervalos de confianza y prueba de hipótesis; factores que en cambio no posee la estimación por máxima entropía.
3. Las limitaciones teóricas presentes dentro de la calibración entrópica hacen que ésta no tenga un indicador o medida adecuada en la bondad de ajuste de las

variables objetivo y en el grado de confianza que poseen las estimaciones para los parámetros. Esto da origen a un gran campo que necesita ser estudiado e investigado con toda la formalidad matemática, sentido estadístico e interpretación económica. A pesar de ello, el uso del coeficiente y la simple observación intuitiva del ajuste de las series no tiene motivo para discutir el grado de precisión y predicción que posee la estimación de los parámetros de sustitución CES y CET. No obstante, esto resulta insuficiente dentro de un análisis más a fondo sobre la aprobación de hipótesis a cerca de valores críticos que dan formas especiales a las funciones de desagregación de producción y agregación de la oferta final.

4. Con fines de poder realizar una mejor estimación de los parámetros, se pueden incluir otras ponderaciones dentro de la función entrópica que se desea maximizar. Estas pueden considerar criterios relacionados a impactos o crisis económicas temporales, valores atípicos, nivel de importancia relativa a otros factores (variables significativas), análisis estructural de equilibrios, simulación confractural de éstos, comportamiento y flujo de macro-agregados, etc. La elección que haga el analista a cerca de alguno de estos criterios hará de la estimación lo más real posible; sin embargo su inclusión considerará más la estructura e información asociada a ese criterio que a todo el conjunto de información y restricciones que establecen el entorno dentro del cual se desenvuelve la calibración.
5. Según los resultados de las simulaciones confractuales del modelo EGC, el crecimiento de la economía ecuatoriana por efecto del Tratado de Libre Comercio es pequeño (0.7% para LP y 1.58% para TLC). Esto induciría a continuar con las preferencias arancelarias que hoy están vigentes (ATPDA²⁸), por cuanto los efectos positivos del tratado son mínimos y los compromisos adicionales que no se encuentran tomados en cuenta en el modelo son de gran importancia (tales como: propiedad intelectual, leyes, controles fitosanitarios, etc).
6. El sector más importante en la economía ecuatoriana es el sector de servicios, el cual contribuye con más de la mitad del PIB. Este sector crece por la relación que tiene con todos los demás sectores de manera directa o indirecta, a pesar de que a éste no se le cobran aranceles. Por otro lado, el sector que tiene la más fuerte caída en este indicador es el sector de maquinarias y equipos de transporte (B8) debido a la disminución de aranceles (que tienen valores altos

²⁸ Andean Trade Preferente or Andean Trade Promotion and Drug Eradication (*Preferencias arancelarias andinas*).

en el año base) con la consecuente disminución de su producción nacional, ya que la misma llega a ser reemplazada por las importaciones. Esto sugiere proponer una disminución de aranceles en este sector a largo plazo, hasta que se pueda reducir los costos de producción y mejorar su infraestructura técnica para poder competir con el sector exterior.

7. El impacto general que pueda tener el *TLC* en las importaciones que realiza Ecuador con USA se debe en gran medida a los incrementos que contemplan las industrias alimenticias y textiles con esta región, cuyas variaciones son muy amplias con respecto a los demás sectores. A pesar de esto, el total importado desde USA tiene una ligera reducción del 1,34%. En lo referente al Resto del mundo se deduce que la cría de animales, la industria alimenticia y la industria textilera, poseen crecimientos leves en las importaciones provenientes de esta región, los cuales no son mayores a un 4% (sin mencionar los demás sectores que poseen incrementos menores al 2%). Todo esto justifica la posible compensación monetaria que pueda existir en las importaciones que se realizan con el Resto del Mundo y USA, lo cual hace que su total no aumente en más del 1%. Sin embargo, este efecto también puede explicarse por la invariación de políticas comerciales en el Resto del Mundo, como también, por el incremento en el consumo de cantidades importadas desde USA a consecuencia de la disminución de precios.
8. El examen confractal del *TLC* en las exportaciones que realiza Ecuador con USA permite inferir que el sector más beneficiado es la industria alimenticia, con un incremento de alrededor del 22% (sin mencionar la industria de textiles, que también tiene un incremento cercano al 9%). Este hecho, sumado a la pequeña variación existente en los demás sectores, hace que el total exportado a esta región tenga un crecimiento leve del 1.69%. Por otro lado, las exportaciones realizadas al Resto del Mundo son en mayor grado determinadas por la oferta de servicios, ya que éstas experimentan un aumento cercano al 2%. A pesar de esto, el sector más perjudicado es la industria petrolera y la explotación de otros minerales, que presencia una caída en sus exportaciones a esta región de alrededor del 3%, sin mencionar los demás sectores que no figuran cambios significativos. Sin embargo, el total exportado por el Ecuador sigue manteniendo su tendencia a crecer, debido al impacto positivo que tienen las exportaciones efectuadas a USA en comparación con las realizadas al Resto del Mundo.
9. Como se logra observar de manera general en los análisis confractuales de las variables objetivo, la sensibilidad que poseen los resultados del modelo es relativamente alta entre ambos escenarios de simulación. Sin embargo, las

variaciones que éstos presentan frente al equilibrio inicial poseen una tendencia similar, a excepción de ciertos sectores en los cuales el sentido de su variación cambia. Esto permite deducir que la economía ecuatoriana, bajo la estructura planteada en este trabajo, muestre una trayectoria en la variación de flujos monetarios, la cual está altamente correlacionada a distintos cambios de política comercial que tienen aumentos y disminuciones proporcionales al mismo tiempo en todos sus productos. Por otro lado, es rescatable el desplazamiento que ésta trayectoria posee con respecto al equilibrio inicial, en especial cuando se consideran las exportaciones e importaciones que realizan ciertos sectores.

10. Finalmente, es mejor no tener un tratado a tener un mal tratado; es decir, hay que buscar llegar a una negociación que resulte beneficiosa para ambos países (en especial al nuestro), en la que no existan posteriores imposiciones que obliguen a efectuar el TLC. Está claro que el tratado nos exige estar preparados para poder competir con éxito, obligándonos a aumentar nuestra productividad y calidad. Sin embargo, se debe priorizar el sentido de cooperación y superación en la mentalidad que posee nuestro país, sin dejar de lado aquellos aspectos de corrupción que le dan una mala imagen ante el mundo.

8. Bibliografía

- Arndta, Channing; Robinson, Sherman; Tarpc, Finn. “*Parameter estimation for a Computable General Equilibrium Model*”. Economic Modelling ELSEVIER. Marzo del 2001.
- Arrow, Kenneth. “*Análisis General Competitivo*”. México-México. Fondo de Cultura Económico. Primera Edición. 1971.
- Benítez, Diego. “*Construcción de una Matriz de Contabilidad Social para el Ecuador, año 1995*”. Quito-Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Ecuador. Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas. 2002.
- Brooke, Anthony; Kendrick, David; Meeraus, Alexander; Raman, Armes. “*Gams: A User Guide*”. GAMS Development Corporation. Diciembre de 1998.
- Burden, Richard. “*Análisis Numérico*”. México-México. Grupo Editorial Iberoamerica. Segunda Edición. 1992.
- Carvajal, Andrés. “*Notas de clase sobre Equilibrio General*”. Universidad del Rosario. Departamento de Economía. Julio del 2003.
- Cicowiez, Martín; Gresia, Luciano. “*Equilibrio General Computado: Descripción de la Metodología*”. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Plata. Abril del 2004.
- Córdova, Gabriela; Julio, Oleas. “*Las clasificaciones de industrias y de productos del Sistema de Cuentas Nacionales*”.
- Debreu, Gerard. “*General Equilibrium Theory*”. London-Inglaterra. The International Library of Critical Writings. Primera Edición. 1996.
- Fofana, Ismaël; Lemelin, André; Cockburn, John. “*Balancing a Social Accounting Matrix*”. Université Laval. Centre de Recherche en Économie et Finances Appliqués. Octubre del 2002.
- Gallón, Santiago; Lopera John. “*Funciones de Producción CES, Cobb Douglas y Leontief: Historia y generalización*”. Seminario de Concavidad y Optimización en Microeconomía.
- Hosoe, Nobuhiro. “*Computable General Equilibrium Modeling with GAMS*”. National Graduate Institute for Policy Studies. Febrero del 2004.

- INEC_ISS_SIISE. “*Matriz de Contabilidad Social para el Ecuador, 1993*”. Quito-Ecuador. Ediciones Abya Yala. 2002.
- Jackson, Randall; Murray, Alan. “*Alternate Formulations for Updating Input-Output Matrix*”. West Virginia University. The Ohio State University. Septiembre del 2002.
- Kalvelagen, Erwin. “*Xls2gms: A tool for importing spreadsheet data into Gams*”. GAMS Development Corporation. Marzo del 2004.
- Kapuscinski, Cezary; Warr, Peter. “*Estimation of Armington Elasticities: An Application to the Philippines*”. Department of Economics, Australian National University. Febrero del 2001.
- Katz, Michael. “*Microeconomía*”. Bogotá-Colombia. McGraw-Hill. Primera Edición. 1995.
- Kehoe, Timothy; Polo, Clemente. “*An evaluation of performance of an applied general equilibrium models of the Spanish economy*”. Economic Theory. Springer-Verlag. Septiembre del 1994.
- Lofgren, Hans; Harris, Rebecca; Robinson, Sherman. “*A standard computable general equilibrium model in Gams*”. International Food Policy Research Institute. 2002.
- MasColllel, Andreu; Whinston, Michael; Green, Jerry. “*Microeconomic Theory*”. 1995.
- McDougall, Robert. “*Entropy Theory and RAS are Friends*”. Mayo del 1999.
- Mercedes, Fanny; Gutiérrez, Javier. “*Matriz de Contabilidad Social de Colombia*”. Diciembre de 1995.
- Miller, Roger. “*Microeconomía*”. México-México. McGraw-Hill. Primera Edición. 1996.
- Pindyck, Robert; Rubinfeld, Daniel. “*Microeconomía*”. Madrid-España. Prentico Hall. Quinta Edición. 2001.
- Ralston, Anthony. “*Introducción al Análisis Numérico*”. Tercera edición. 1988
- Rmaskov, Jacob; Munksgaard Jesper. “*Elasticities-A Theoretical introduction*”. Balmorel Project. Febrero del 2001.

- Rutherford, Thomas; Paltsev, Sergey. *“From an Input-Output Table to a General Equilibrium Model”*. University of Colorado. Department of Economics. Agosto de 1999.
- Starr, Ross. *“General Equilibrium Theory”*. New York-USA. Cambridge University Press. Primera Edición. 1997.
- Varian, Hal. *“Análisis Macroeconómico”*. Barcelona-España. Antoni Bosch Editor. Tercera edición. 1992.
- Walter, Nicholson. *“Teoría Macroeconómica”*. Madrid-España. McGraw-Hill. Sexta Edición. 1997.
- Wing, Ian. *“Computable General Equilibrium Models and Their Use in Economy-Wide Policy Analysis”*. Boston University.

Anexo A

Matriz de contabilidad social (mcs)

A.1. Conformación de la mcs para la economía ecuatoriana

Para poder explicar el contenido y la conformación de la MCS, se tiene primero que entender el sistema inter-relacionado que existe entre los agentes que conforman la economía, como lo son las instituciones, el sector privado y el sector exterior. A continuación se presenta un gráfico representativo del formato que se adoptó para la MCS en base al sistema de cuentas nacionales²⁹, cuya estructura servirá de guía para explicar la conformación del sistema económico adoptado en la sección 3, en base a la notación que se utiliza para plantearla.

Figura No. 1

		Actividades	Factores		Instituciones						Exportaciones		
			Labor	Capital	Hog	Gob	Inv Hog	Inv Gob	Impuestos			Usa	Res
								O. imp	Iva	Aranc			
Actividades		\bar{X}_j			\bar{C}_i^{inv}	\bar{C}_i^{gob}	\bar{V}_i^{hog}	\bar{V}_i^{gob}				\bar{E}_i^{usa}	\bar{E}_i^{res}
Factores	Labor	\bar{L}_i											
	Capital	\bar{K}_i											
Instituciones	Hogares		\bar{L}	\bar{C}									
	Gobierno				\bar{U}^{hog}				\bar{U}^{imp}	\bar{U}^{iva}	\bar{U}^A	\bar{V}^{usa}	\bar{V}^{res}
	Inversión				\bar{V}^{hog}	\bar{V}^{gob}							
	impuestos	O. imp	\bar{IVA}_i										
Iva		\bar{IA}_i											
Aranc		\bar{IMP}_i											
Importaciones	Usa	\bar{M}_i^{usa}											
	Res	\bar{M}_i^{res}											

²⁹ Este formato es alternativo, ya que dependiendo del modelo que se quiera realizar, pueden existir varias conformaciones de la MCS. Todo dependerá en primera instancia de las relaciones que el analista considere importante representar en el modelo.

A.1.1 Cuentas de producción

La cuenta de producción está formada por las distintas actividades que realiza el sector privado del país. Por ejemplo, agricultura (banano, café y cacao; cereales; flores; y otros productos agrícolas), cría de animales, selvicultura y extracción de madera, otras actividades productivas (cría de camarón, pesca, extracción de petróleo, etc.), Correos, comunicaciones y servicios. Esto corresponde a la parte \overline{X}_{ij} en la matriz anterior

Por convención, para describir los registros de una MCS, primero se menciona la fila y después la columna. Así pues, (i,j) se refiere a la fila i de una matriz y a la columna j de la misma.

El uso de insumos y factores de producción por parte de las cuentas de producción crea el valor agregado de la economía.

Las cuentas de producción registran las ventas de insumos intermedios a los productores (o actividades), y las de productos finales a consumidores institucionales, sean estos privados o públicos (\overline{C}_i^{hog} , \overline{C}_i^{gob}). Así mismo, estas cuentas registran el pago que hacen las actividades por el uso de factores de producción (\overline{L}_i , \overline{K}_i) y el pago de impuestos indirectos (\overline{IVA}_i , \overline{IA}_i , \overline{IMP}_i).

Además de vender insumos, a sí mismo y al resto de las actividades de producción, las actividades venden su producto a las instituciones (hogares, gobiernos y sector de inversiones). Esto se captura en los cruces de las filas de actividades con las columnas de los hogares, gobierno e inversiones.

Por último, los productos de las actividades pueden ser "exportados" al resto de naciones, como se muestra en la columna de exportaciones (\overline{E}_i^{usa} , \overline{E}_i^{res}).

A.1.2 Factores de producción

Los factores de producción empleados por las actividades son los que generan el valor agregado de la economía en cuestión, es decir, su uso es el que genera la riqueza adicional de la nación durante el año. A la suma del valor agregado de todas las actividades se le llama producto interno bruto o PIB.

Los componentes fundamentales de la cuenta de los factores de producción son: el capital y el trabajo ($\overline{L}_i, \overline{K}_i$).

A.1.3 Instituciones

Esta cuenta considera tanto a los hogares (instituciones privadas), como al gobierno (institución pública).

a) Hogares

Esta columna muestra el consumo total de los hogares que hace de cada producto. Los recursos que llegan a los hogares son por remuneraciones, inversiones, pensiones, transferencias del exterior, subsidios del gobierno, etc.

Los hogares no reciben ingresos directamente de las actividades productivas, sino de los factores de producción que poseen. Los factores transfieren a sus dueños (los hogares) lo que aportan a la producción como valor agregado, y el total del valor agregado debe ser igual al total de las transferencias de los factores a los hogares.

La fila hogares se cruza con la columna factores (L, C), ya que los hogares reciben ingresos tanto por trabajo y capital, ya que en este caso los hogares reciben remuneraciones de las empresas y también son dueños de las mismas.

Las transferencias gubernamentales son una fuente adicional de ingreso (o de egreso) a los hogares que provienen del pago de salarios (por ejemplo, a trabajadores de la comunidad empleados en obras públicas) o de los apoyos gubernamentales directos (tales como el bono de solidaridad que da el gobierno a la gente pobre).

Por último, se puede incluir dentro de la matriz el hecho de que los reciben ingresos de las remesas que los emigrantes les envían, es decir, de los miembros del hogar o de familiares y amigos que residen fuera país y que mandan ayuda a sus familiares o amistades.

Se supone que todo el ingreso de los hogares es consumido tanto en productos como en inversión. Por tanto la suma del consumo, pago de impuestos al gobierno e inversión en bienes y servicios será el ingreso total de los mismos.

b) Gobierno

El gobierno es la segunda cuenta institucional básica. Recibe ingresos de la comunidad por impuestos, que pueden ser: indirectos, cobrados a las actividades y directos, cobrados a los hogares, también paga salarios a los hogares y tiene gastos de consumo de productos, especialmente servicios. Adicionalmente realiza transacciones con el sector exterior, en lo que se puede entender como prestamos externos.

A.1.4 Cuentas de capital

Esta columna muestra la disponibilidad de fondos de la economía total desagregada para los diferentes sectores. En nuestro caso, se tiene las columnas de inversión que muestran los recursos que son invertidos por cada grupo (hogares y gobierno) en cada sector productivo y también el ahorro de los hogares y del gobierno (\overline{U}^{hog} , \overline{U}^{gob}). En esta matriz también se muestra la balanza comercial en la columna de exportaciones (\overline{V}^{usa} , \overline{V}^{res}).

A.1.5 Resto del Mundo

La presente cuenta registra las transacciones y transferencias que vinculan a la economía en estudio con el exterior. La fila contiene a las importaciones, tanto las que hacen las actividades para suplirse de insumos como las que realizan los hogares para obtener bienes y servicios (\overline{M}_i^{usa} , \overline{M}_i^{res}). Las columnas contienen las exportaciones (\overline{E}_i^{usa} , \overline{E}_i^{res}), como la balanza comercial.

Finalmente, de acuerdo a lo indicado, las cuentas de cualquier MCS deben estar balanceadas; es decir, que la suma de sus filas debe ser igual a la suma de sus columnas. En este caso se tiene que la primera columna se balancea con la primera fila, de la siguiente forma:

$$X+L+K+IVA+IMP+IA+M = X+CI+INV+E$$

A.2 Usos de la mcs en macroeconomía

Como ya se mencionó al principio, la MCS presenta la información económica de un país en forma coherente, por ello su información es de gran utilidad a la hora

de construir modelos económicos tales como: modelos dinámicos de la economía que tratan de medir posibles cambios en diferentes ámbitos (producción, distribución del ingreso, balanza comercial, inversiones, etc.); modelos de equilibrio parcial, modelos de equilibrio general (que es nuestro caso), etc.

La MCS completa puede ser de gran ayuda al gobierno para identificar grupos sociales menos favorecidos, y tomar medidas dirigidas a ellos. De igual manera, se observa a los sectores que más contribuyen a la producción del país, que generan más impuestos, que generan más empleo, etc, como también se puede observar los productos que más se exporta o importa, que más se consumen nacionalmente, etc.

Por todo ello, la MCS se ha constituido en un pilar para la construcción de diversos modelos económicos, de acuerdo a los fines y objetivos que se persiga.

A.3 Bitácora de agregación de la mcs

El proceso que se presenta a continuación detalla de manera general los pasos que se realizó dentro de la construcción de las MCS a precios corrientes en dólares para los años 1993-2001, considerando el esquema de la figura No 1 como la estructura del sistema económico adoptado en la sección 3.

1. En primer lugar, tomando en cuenta la clasificación de actividades y productos que se tiene en el Sistema de Cuentas Nacionales, y de acuerdo al criterio común (afinidad y/o similitud), se agregaron las actividades y productos en nueve grupos, los cuales sirvieron de directrices para la construcción de las TAO (matriz de oferta-utilización) que se utilizaron posteriormente para la conformación de las MCS.

A continuación, se presenta las cuentas de actividades y/o productos que conforman los nueve grupos adoptados.

Grupo No. B1. Agricultura

Código SCN	Descripción
01.01	Banano, café, cacao
02.01	Cereales
03.01	Flores
04.01	Otros productos de la agricultura
06.01	Productos de la silvicultura

Grupo No. B2. Cria de animales

Código SCN	Descripción
05.01	Ganado, animales vivos y productos animales
07.01	Camarón y larvas de camarón
08.01	Pescado vivo, fresco o refrigerado

Grupo No. B3. Petróleo y otros minerales

Código SCN	Descripción
09.01	Petróleo crudo y gas natural
10.01	Minerales metálicos
10.09	Minerales no metálicos
26.01	Aceites refinados de petróleo y de otros productos

Grupo No. B4. Industria alimenticia

Código SCN	Descripción
12.01	Carne y productos de la carne
13.01	Camarón elaborado
14.01	Pescado y otros productos acuáticos elaborados
14.09	Conservas de especies acuáticas
15.01	Aceites crudos, refinados y grasas
16.01	Productos lácteos elaborados
17.01	Productos de molinería
17.09	Productos de la panadería, fideos y pastas
18.01	Azúcar y panela
19.01	Cacao elaborado
19.09	Chocolate y productos de confitería
20.01	Otros productos alimenticios
20.09	Café elaborado

Grupo No. B5. Bebidas y tabaco

Código SCN	Descripción
21.01	Bebidas alcohólicas
21.09	Bebidas no alcohólicas
22.01	Tabaco elaborado

Grupo No. B6. Textiles

Código SCN	Descripción
23.01	Hilos e hilados; tejidos y confecciones
23.09	Cuero, productos del cuero y calzado

Grupo No. B7. Manufacturados no alimenticios

Código SCN	Descripción
24.01	Productos de madera tratada, corcho y otros materiales
25.01	Pasta de papel, papel y cartón; productos editoriales y otros productos
27.01	Productos químicos básicos
28.01	Productos de caucho
28.09	Productos de plástico
29.01	Productos de minerales no metálicos
29.09	Otros productos de minerales no metálicos
30.01	Metales comunes
30.09	Productos metálicos elaborados
33.01	Otros productos manufacturados

Grupo No. B8. Maquinaria y equipo de transporte

Código SCN	Descripción
31.01	Maquinaria y equipo y aparatos eléctricos; partes, piezas y accesorios
32.01	Equipo de transporte; partes, piezas y accesorios

Grupo No. 9. Servicios

Código SCN	Descripción
11.01	Energía eléctrica
11.09	Gas y agua
34.01	Trabajos de construcción y construcción
35.01	Servicios de comercio
36.01	Servicios de hotelería y restaurante
37.01	Servicios de transporte y almacenamiento
38.01	Servicio de correos
38.09	Servicio de telecomunicaciones y otros servicios
39.01	Servicios de intermediación financiera
40.01	Servicios de seguros y fondos de pensiones
41.01	Servicios de alquiler de vivienda
42.01	Servicios prestados a las empresa
43.01	Servicios administrativos del gobierno
44.01	Servicios de enseñanza
45.01	Servicios sociales y de salud
46.01	Otros servicios sociales y personales
47.00	Servicios domésticos
	Compras Directas

2. La labor y el capital que conforman parte de la producción del sector privado, se obtuvieron desagregando la fila del valor agregado en la tabla de utilización (para nuestro modelo, el valor agregado es la suma de estos dos factores) mediante el uso del método RAS (Ver *Anexo B*), considerando como datos de partida el estudio que se presenta de la MCS para el año 1995³⁰. Para llenar el cruce entre la fila “Hogares” y la columna “Factores”, se puso los totales de labor y capital que se obtuvieron anteriormente.
3. El “IVA” se obtuvo directamente de la Tabla de Oferta. “Otros impuestos” se determinaron mediante la suma de las cuentas “Impuestos indirectos sobre productos”, “Subsidios sobre productos” e “Impuestos netos sobre importaciones” procedentes de la misma tabla.
4. Las importaciones por producto y región de origen (USA y Resto del Mundo) se obtuvieron a partir de los totales de importación por producto que se exponen en la Tabla de Oferta; los cuales son luego desagregados por región de origen utilizando el método RAS, en base a la información de la tabla de importaciones del Ministerio de Comercio Exterior (para el año respectivo), en donde existe información acerca de los rubros importados por país de origen y producto.
5. Los aranceles de importación por producto y región de origen (USA y Resto del Mundo) se obtuvieron a partir de los aranceles totales por producto que se exponen en la Tabla de Oferta; los cuales son luego desagregados por región de origen en la misma tendencia biproportional en la que lo hacen las importaciones.
6. La columna de consumo de los hogares se obtuvo directamente de la Tabla de Utilización, al igual que el consumo del gobierno.
7. La inversión en bienes se determinó en función de la suma de las cuentas de “Formación Bruta de Capital fijo” y “Variación de existencias”, ubicadas en la Tabla de Utilización. Este total se desagregó en Inversión de hogares e inversión de gobierno de acuerdo a la información adicional tomada de la MCS ampliada del Banco Central del Ecuador.
8. Las exportaciones por producto y región de destino (USA y Resto del Mundo) se obtuvieron de manera similar a las importaciones, partiendo de los totales de exportación por producto que se exponen en la Tabla de Oferta; para luego ser desagregados por región de destino utilizando el método RAS, en base a la información de la tabla de exportaciones del Ministerio de Comercio Exterior, en donde existe información acerca de los rubros de exportaciones por país de destino y producto.

³⁰ Ver: Benítez, Diego. “*Construcción de una Matriz de Contabilidad Social para el Ecuador, año 1995*”. Quito-Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Ecuador. Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas. 2002. Pág. 126-130.

9. El pago de impuestos que realizan los hogares al gobierno se determinó por diferencia entre sus ingresos netos menos su respectivo consumo en bienes e inversiones.
10. El flujo neto de capitales entre Ecuador y el sector exterior se obtuvo por diferencia entre las exportaciones e importaciones que se realiza con cada región (USA y Resto del mundo). Si este total es positivo significa que hubo un endeudamiento en la economía, y si es negativo que hubo mas transferencias de dinero al exterior.
11. El ingreso neto del gobierno se obtuvo mediante la suma de recaudaciones por pago de impuestos de los hogares, IVA, otros impuestos indirectos, aranceles y flujo neto de capitales entre Ecuador y el sector Exterior.
12. Finalmente, considerando que solo las matrices elaboradas para los años 1993 al 1999 están a precios corrientes en sucres, se procedió a convertirlas a dólares empleando el tipo de cambio respectivo a cada año (las matrices de los años 2000 y 2001 se encuentran por defecto en dólares).

Anexo B

Método RAS

Las técnicas de ajuste biproporcional son comúnmente utilizadas en gran variedad de modelos y en áreas tan diversas como la demografía, investigación en transporte y análisis económico. En el balance y conformación de las tablas de Insumo-Producto, una particular forma de análisis biproporcional fue desarrollado e introducido por Stone y Brown (1962). Su objetivo fue construir un procedimiento que pudiera ser utilizado para la actualización de una matriz de Insumo-Producto dada, sin tener que recopilar y generar completamente, un nuevo conjunto de datos Inter-actividades. El método que produjeron, el cual vino a ser conocido como RAS, generaba una nueva matriz de coeficientes Insumo-Producto, utilizando la matriz de un año base en conjunción con los totales de insumo y producto que emitía cada actividad en la economía.

Ya que la matriz de Insumo-Producto forma una pequeña parte de la Matriz de Contabilidad Social (MCS), el método RAS puede también ser utilizado para balancearla o actualizarla. En general, éste método es utilizado cuando se dispone de información adicional que modifica los totales existentes de filas o columnas de la matriz MCS (o de cualquier submatriz de ésta), para posteriormente actualizar sus elementos internos, de tal manera que se cumplan estas modificaciones.

Para poder explicar la funcionalidad de este método, se define la matriz $A = \{a_{ij}\}_{n \times n}$ como la MCS (o parte de ella) que se quiere determinar (desconocida), con totales-fila $a_{i.}$ y totales-columna $a_{.j}$ conocidos. De acuerdo a esto, a_{ij} es el valor de la celda (i, j) que debe satisfacer las siguientes restricciones:

$$a_{.j} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \text{ y } a_{i.} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad \forall 1 \leq i, j \leq n \quad (\text{b.1})$$

Luego, se considera la matriz $A^0 = \{a_{ij}^0\}_{n \times n}$ como la MCS (o parte de ella) que se dispone por el momento. El método RAS consiste en establecer una relación biproporcional entre la MCS que se desconoce con la MCS que se dispone de la siguiente manera:

$$A = RA^0S \quad (\text{b.2})$$

De aquí, el origen de su nombre. Las matrices R (matriz de factores de sustitución) y S (matriz de factores de fabricación) representan matrices diagonales de elementos $r_i, i = 1, \dots, n$ y $s_j, j = 1, \dots, n$, respectivamente. Realizando el desarrollo de b.2 para cada uno de sus elementos se tiene:

$$a_{ij} = r_i a_{ij}^0 s_j \quad \forall 1 \leq i, j \leq n$$

lo cual, aplicando las restricciones b.1, permite encontrar los coeficientes de las matrices R y S de la siguiente manera:

$$s_j = \frac{a_{.j}}{\sum_{i=1}^n r_i a_{ij}^0} \quad \text{y} \quad r_i = \frac{a_{i.}}{\sum_{j=1}^n s_j a_{ij}^0} \quad \forall 1 \leq i, j \leq n \quad (\text{b.3})$$

Como se logra observar, el cálculo de uno de los coeficientes de los factores de sustitución depende del cálculo de todos los coeficientes asociados a los factores de fabricación, y viceversa. De aquí, se puede construir un proceso de ajuste iterativo convergente³¹ que comience estimando los factores de sustitución r_i a partir de valores iniciales para los factores de fabricación s_j , que por convención pueden ser iguales a uno. Luego, la estimación de los r_i se utiliza para el cálculo de los s_j , y así sucesivamente. El proceso converge cuando la diferencia entre estimaciones consecutivas para ambos parámetros sea muy pequeña. Una vez obtenidos los coeficientes, tanto de los factores de sustitución como de los de fabricación, se puede obtener la matriz A , de acuerdo a la ecuación matricial b.2.

Existe otra aproximación clásica para poder obtener la matriz A dada por la ecuación b.2, sujeta a las restricciones b.1, la cual consiste en generar una sucesión de matrices $A^k = \{a_{ij}^k\}_{n \times n}$ a partir de la matriz inicial $A^0 = \{a_{ij}^0\}_{n \times n}$, cuyos totales-fila $a_{i.}^k$ y totales-columna $a_{.j}^k$ se aproximen o converjan a los totales deseados $a_{i.}$ y $a_{.j}$. En definitiva, este procedimiento plantea que las matrices A^k sean sucesivamente biproporcionales entre sí de acuerdo a los totales deseados, tomando como punto de partida la matriz A^0 ; es decir:

³¹ Demostrado por Bacharach en 1970

$$A^1 = R^1 A^0$$

$$A^k = \begin{cases} R^k A^{k-1} & k \text{ impar} \\ A^{k-1} S^k & k \text{ par} \end{cases} \quad k \geq 2$$

donde

$$r_i^k = \frac{a_{i.}}{a_{i.}^{k-1}} \quad k \text{ impar}$$

$$s_j^k = \frac{a_{.j}}{a_{.j}^{k-1}} \quad k \text{ par}$$

$$\forall 1 \leq i, j \leq n$$

lo cual se puede resumir de la manera siguiente:

$$a_{ij}^1 = r_i^1 a_{ij}^0$$

$$a_{ij}^k = \left(\prod_{h=1}^k r_i^h \right) a_{ij}^0 \left(\prod_{h=1}^k s_i^h \right) \quad k \text{ impar}$$

$$a_{ij}^k = \left(\prod_{h=1}^{k-1} r_i^h \right) a_{ij}^0 \left(\prod_{h=1}^k s_i^h \right) \quad k \text{ par}$$

$$k \geq 2 \quad (\text{b.4})$$

La convergencia de este procedimiento se establece cuando todos los coeficientes asociados a los factores de sustitución r_i^k y fabricación s_j^k se aproximan a uno, lo cual equivale a que los vectores de los totales-filas y totales-columna converjan en norma euclídeana a los totales deseados. Una vez que se obtiene la convergencia para algún \tilde{k} , los valores de cada uno de los factores de sustitución y fabricación se pueden conseguir a partir de b.4 de la siguiente manera:

$$r_i = \begin{cases} \prod_{h=1}^{\tilde{k}} r_i^h & k \text{ impar} \\ \prod_{h=1}^{\tilde{k}-1} r_i^h & k \text{ par} \end{cases} \quad k \geq 2 \quad s_i = \prod_{h=1}^{\tilde{k}} s_i^h$$

lo cual nos permite hallar las matrices R y S que plantean la relación biproportional en b.2.

La convergencia de los dos algoritmos que se han expuesto para la resolución del método RAS se establece siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- $\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^n a_{.j}$
- Para todo $a_{ij}^0 = 0$ en la matriz inicial, $a_i \leq \sum_{h \neq j}^n a_{.h}$
- Para todo $a_{ij}^0 = 0$ en la matriz inicial, $a_{.j} \leq \sum_{h \neq i}^n a_{.h}$

Aparte del método RAS, existen otro tipo de extensiones³² que plantean como procedimiento, la minimización de algún criterio que mida el grado de diferencia entre la matriz objetivo y la matriz inicial, sujeto a las restricciones b.1. Es decir, el procedimiento que se propone es:

$$\begin{aligned}
 & \text{Min } C(A, A^0) \\
 & \text{s.r. } \sum_{i=1}^n a_{ij} = a_i \quad \forall 1 \leq i \leq n \\
 & \quad \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} = a_{.j} \quad \forall 1 \leq i \leq n
 \end{aligned} \tag{b.5}$$

Este problema puede ser resuelto mediante el método conocido de los multiplicadores de Lagrange. El criterio $C(A, A^0)$ se puede definir o construir utilizando teoría de información o empleando normas euclidianas matriciales. Si se considera, por ejemplo, que este criterio posee la estructura:

$$C(A, A^0) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \ln \frac{a_{ij}}{a_{ij}^0} \tag{33}$$

el problema b.5 determinaría el siguiente Lagrangiano:

³² Ver: Jackson, Randall; Murray, Alan. “*Alternate Formulations for Updating Input-Output Matrix*”. West Virginia University. The Ohio State University. Septiembre del 2002. Pág. 3-10.
³³ Este criterio es una pequeña modificación del criterio de información basado en la aproximación por entropía cruzada. Para más detalles ver: McDougall, Robert. “*Entropy Theory and RAS are Friends*”. Mayo del 1999. Pág. 8-18.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} \ln \frac{a_{ij}}{a_{ij}^0} - \mathbf{I}_i \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} - a_{i.} \right) - \mathbf{m}_j \left(\sum_{j=1}^m a_{ij} - a_{.j} \right)$$

Luego, calculando las condiciones de primer grado se obtuviera:

$$\begin{aligned} \ln a_{ij} &= \ln a_{ij}^0 + \mathbf{I}_i + \mathbf{m}_j - 1 \\ \Rightarrow a_{ij} &= e^{I_i-1} a_{ij}^0 e^{\mathbf{m}_j} \quad \forall 1 \leq i, j \leq n \end{aligned}$$

lo cual, bajo condiciones de convergencia en b.4, establecería las siguientes formas funcionales para los factores de sustitución y fabricación:

$$\begin{aligned} r_i &= e^{I_i-1} = \lim_{k \rightarrow \infty} \prod_{h=1}^k r_i^h \\ s_j &= e^{\mathbf{m}_j} = \lim_{k \rightarrow \infty} \prod_{h=1}^k s_j^h \end{aligned}$$

Esto indicaría que la solución del problema b.5 bajo el criterio b.6 equivale a encontrar una matriz utilizando el método RAS planteado anteriormente, siempre y cuando se cumplan las condiciones de convergencia que se han mencionado.

En definitiva, la lógica del método RAS que se presenta aquí, resulta una poderosa herramienta para ajustar, balancear y actualizar la matriz de contabilidad social (o parte de ella) para un periodo determinado, cuya implementación en un computador no es del todo difícil. A pesar de esto, este procedimiento presenta una serie de desventajas asociadas a la carencia de fundamentos económicos y a la inhabilidad de “fijar” otras fuentes de datos que no sean los totales-fila ni los totales-columna de la matriz objetivo.

Anexo C

Algunas funciones y definiciones económicas importantes

C.1 Funciones homogéneas

Las funciones homogéneas son muy útiles dentro del análisis microeconómico, ya que establecen varias propiedades importantes como consecuencias de los resultados del problema del consumidor y del productor, como lo son las funciones de demanda y oferta.

Una función homogénea se define como aquella que altera su valor en una proporción k veces -exponencial, ante un cambio de la misma proporción en todos sus valores de entrada. Más formalmente, esto quiere decir:

$$\mathbf{b}(ty_1, ty_2, \dots, ty_m) = t^k \mathbf{b}(y_1, y_2, \dots, y_m) \quad (\text{c.1})$$

donde k es una constante y t es cualquier número real positivo. Diferenciando parcialmente c.1 con respecto a y_j , utilizando la regla de la cadena se tiene:

$$t \mathbf{b}_i(ty_1, ty_2, \dots, ty_m) = t^k \mathbf{b}_i(y_1, y_2, \dots, y_m)$$

$$\mathbf{b}_i(ty_1, ty_2, \dots, ty_m) = t^{k-1} \mathbf{b}_i(y_1, y_2, \dots, y_m)$$

que es la definición de homogeneidad de grado $k-1$. Por lo tanto, si una función es homogénea de grado k , sus derivadas parciales son homogéneas de grado $k-1$.

Este tipo de funciones son de gran ayuda para medir el rendimiento con el que produce una determinada empresa; es decir, la reacción que se describe en su nivel producción ante un cambio proporcional en todos sus factores de producción. Es de esta manera que:

- Si $k > 1$, entonces se posee un rendimiento creciente.
- Si $k < 1$, entonces se posee un rendimiento decreciente.
- Si $k = 1$, entonces se posee un rendimiento constante.

C.2 Sustituibilidad y elasticidad de sustitución

Una importante característica de las funciones de producción y utilidad es la facilidad con que puede sustituirse un factor o bien por otro. Se trata esencialmente

de una cuestión relacionada a la forma de una única isocuanta o curva de indiferencia más que una cuestión relacionada con todo su mapa.

La elasticidad de sustitución³⁴ constituye un indicador adimensional que mide la sensibilidad en sustituir un factor (o bien) por otro en la función de producción (o de utilidad).

Formalmente, en el caso de la función de producción $g(\mathbf{y})$, este indicador mide la variación porcentual del cociente entre dos factores dividida por la variación porcentual de la RTS (*relación técnica de sustitución*), manteniéndose fijo el nivel de producción y los niveles de los demás factores. Es decir:

$$s_{jk}^p = \frac{\frac{\Delta(y_j/y_k)}{y_j/y_k}}{\frac{\Delta RTS_{k,j}}{RTS_{k,j}}} \text{ donde } RTS_{k,j} = \frac{g_k}{g_j} \quad (\text{c.2})$$

Similarmente, para el caso de la función de utilidad $f(\mathbf{x})$, la elasticidad de sustitución se define como la variación porcentual del cociente entre dos bienes dividida por la variación porcentual de la RSB (*relación de sustitución de bienes*), manteniéndose fijo la utilidad y los niveles de consumo de los demás bienes. Es decir:

$$s_{jk}^u = \frac{\frac{\Delta(x_j/x_k)}{x_j/x_k}}{\frac{\Delta RSB_{k,j}}{RSB_{k,j}}} \text{ donde } RSB_{k,j} = \frac{f_k}{f_j} \quad (\text{c.3})$$

Para ambos casos, ésta es una medida relativamente natural de la curvatura, ya que se pregunta cómo varía el cociente entre las cantidades de factores (o bienes) cuando varía la pendiente de la isocuanta (o curva de indiferencia). Si una pequeña variación de la pendiente provoca una gran variación del cociente entre las cantidades de los factores (o bienes), la isocuanta (o curva de indiferencia) es relativamente horizontal, lo que significa que la elasticidad de sustitución es grande. En la práctica, se supone que la variación porcentual es mu y pequeña y se toma el límite de c.2 y c.3 cuando $\Delta \rightarrow 0$. Por lo tanto, las dos expresiones anteriores se convierte en:

³⁴ Ver: Rmaskov, Jacob; Munksgaard Jesper. "Elasticities-A Theoretical introduction". Balmorel Project. Febrero del 2001. Pág. 7-8.

$$s_{jk} = \frac{RTS_{k,j}}{y_j/y_k} \frac{d(y_j/y_k)}{d(RTS_{k,j})} = \frac{d(\log y_j/y_k)}{d(\log RTS_{k,j})}$$

producción

$$s_{jk} = \frac{RSB_{k,j}}{x_j/x_k} \frac{d(x_j/x_k)}{d(RSB_{k,j})} = \frac{d(\log x_j/x_k)}{d(\log RSB_{k,j})}$$

utilidad.

C.3 Función de producción CES

Esta función fue introducida por Kenneth J. Arroz (ganador del premio Nóbel de economía en 1972) en 1961, para ser usada en la estimación de retornos constantes de escala usando datos sobre el nivel de producción de diferentes países, y desde entonces ha sido empleada tanto en trabajos empíricos como teóricos (Como lo es en el campo de las matemáticas, para explicar la forma ordinaria de esta función en conjunción con la llamada desigualdad de Jensen).

La forma más general de definir una función de producción tipo CES (Constante de Elasticidad de Sustitución) dentro de una economía de m factores de producción es de la siguiente manera³⁵:

$$g(\mathbf{y}) = g \left(\sum_{i=1}^m d_i y_i^{-r} \right)^{-n/r}$$

$$\begin{aligned} -n < r < \infty \\ r &\neq 0 \\ 0 < q_i < 1 \quad \forall 1 \leq i \leq m \\ n, g &> 0 \end{aligned} \quad (c.4)$$

donde:

- \mathbf{y} es el vector de inputs
- g es el coeficiente de eficiencia.
- n es el grado de homogeneidad.
- r es el parámetro de sustitución entre los factores.
- d_i $i = 1, \dots, n$ son los coeficientes de distribución de los factores.

³⁵ Ver: Varian, Hal. "Análisis Macroeconómico". Barcelona-España. Anthoni Bosch Editor. Tercera edición. 1992. Pág. 80-89.

Se debe tomar en cuenta que el vector de inputs puede tratarse como el conjunto de factores o de bienes que requiere la industria dentro de su producción, pero teniendo mucho cuidado en el tratamiento de cada uno de ellos, ya que por lógica, no se puede atribuir un mismo grado de sustituibilidad a conceptos completamente distintos (bienes y factores). Por lo general, se considera que cada uno de estos conceptos son agregados, en un tipo de valor nominal distinto (también conocido como *valor agregado*) utilizando por separado una función de producción CES, para luego ser ingresados como inputs dentro de una función de producción de las mismas características; todo esto dependerá de las relaciones que el analista considere importante modelar.

Por otro lado, este vector de inputs también puede ser tratado como las componentes que participan en la agregación de cierto aspecto dentro del mercado, como lo es la participación de varias variedades de productos, nacionales y extranjeros, dentro de su oferta nacional final. Esto último se conoce como supuesto de Armington.

Una característica importante de c.4 es el ser homogénea de grado n . Este hecho se puede demostrar fácilmente tras calcular la función CES de los factores de producción pre-multiplicados por I :

$$\begin{aligned}
 g(I\mathbf{y}) &= g(Iy_1, \dots, Iy_m) = g\left(\sum_{i=1}^m q_i (Iy_i)^{-r}\right)^{-n/r} \\
 &= g\left(I^{-r}\left(\sum_{i=1}^m q_i y_i^{-r}\right)\right)^{-n/r} \\
 &= I^n g\left(\sum_{i=1}^m q_i y_i^{-r}\right)^{-n/r} = I^n g(y_1, \dots, y_m) \\
 &= I^n g(\mathbf{y})
 \end{aligned}$$

Para calcular la elasticidad de sustitución, primero se considera la representación equivalente de c.4:

$$g^{r/n} g(\mathbf{y})^{-r/n} = \sum_{i=1}^m q_i y_i^{-r}$$

Luego se calculan las derivadas parciales de esta representación con respecto a $y_i, i = 1, \dots, m$:

$$-\frac{\mathbf{r} \mathbf{g}^{p/n} \mathbf{g}(\mathbf{y})^{-p-n/n}}{\mathbf{n}} \frac{dg}{dy_i} = -\mathbf{r} \mathbf{q}_i y_i^{-r-1}$$

Lo cual implica:

$$g_i = \frac{dg}{dy_i} = \mathbf{n} \mathbf{g}^{-p/n} \mathbf{q}_i \left(\frac{\mathbf{g}(\mathbf{y})}{y_i} \right)^{p+n/n}, i = 1, \dots, m$$

Dividiendo la k -ésima derivada parcial para la j -ésima se tiene:

$$\frac{g_k}{g_j} = \frac{\mathbf{q}_k \left(\frac{\mathbf{g}(\mathbf{y})}{y_k} \right)^{p+n/n}}{\mathbf{q}_j \left(\frac{\mathbf{g}(\mathbf{y})}{y_j} \right)^{p+n/n}} = \frac{\mathbf{q}_k}{\mathbf{q}_j} \left(\frac{y_j}{y_k} \right)^{p+n/n}, j \neq k$$

Lo cual indica:

$$\frac{y_j}{y_k} = \left(\frac{\mathbf{q}_j g_k}{\mathbf{q}_k g_j} \right)^{n/n+r}, j \neq k$$

Por lo tanto, la elasticidad de sustitución entre los factores j y k es:

$$\mathbf{s}_{j,k} = \frac{d \left(\log \left(\frac{y_j}{y_k} \right) \right)}{d \left(\log \left(\frac{g_k}{g_j} \right) \right)} = \frac{\mathbf{n}}{\mathbf{n} + \mathbf{r}} \quad (\text{c.5})$$

Como se observa, la elasticidad de sustitución es una constante que no depende de los factores, y llega ser la misma para cualquier par de ellos (De aquí, el origen de su nombre CES). Este análisis hace claro también el hecho de que $-\infty < \rho < \infty$, ya que la isocuanta asociada a la función de producción debe ser estrictamente convexa (hecho que implica que sea estrictamente cuasiconvexa). Es decir:

$$s_{j,k} = \frac{\rho}{\rho + 1} > 0 \quad \forall j \neq k$$

La asignación de valores factibles al parámetro de sustitución, provoca cambios bien conocidos en la estructura de la función CES³⁶, que definen de forma especial el comportamiento de la empresa. Estas estructuras se muestran a continuación.

C.3.1 Función de producción de perfecta sustitución

Uno de los primeros resultados del análisis de la función CES es aquel que considera el principio de “perfecta sustitución”, el cual establece que los inputs (factores y bienes) son “igualmente” adquiribles en el sentido de que llegan a satisfacer en un mismo grado, las necesidades de una empresa que conduzcan a un mismo nivel de producción. Por lo tanto, es claro ver que dicho fenómeno sucede cuando $\rho \rightarrow \infty$, o lo que es lo mismo, cuando $\rho \rightarrow -\infty$.

Tomando el límite de c.4 cuando $\rho \rightarrow -\infty$ se tiene:

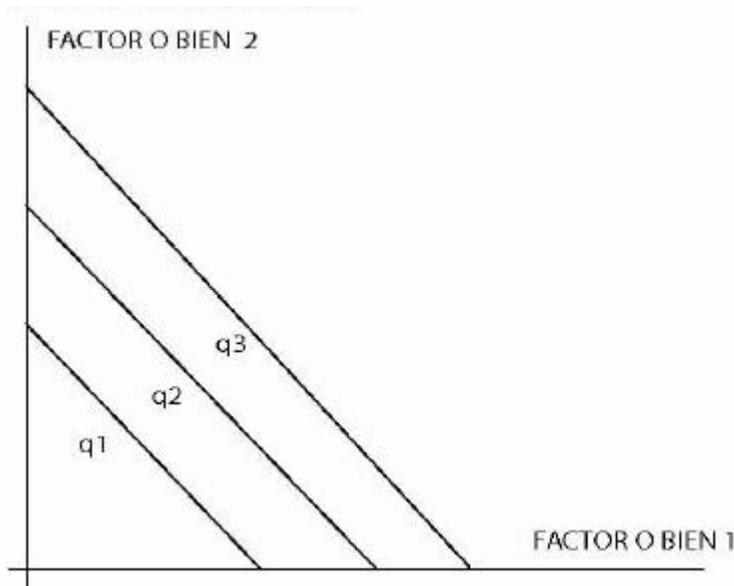
$$\lim_{\rho \rightarrow -\infty} g(\mathbf{y}) = g \sum_{i=1}^n q_i y_i^{\rho}$$

lo cual nos dice que la tecnología de una empresa se puede representar mediante una combinación lineal de todos sus inputs elevados a una misma potencia. Es decir, para un mismo nivel de producción, el incremento en la cantidad empleada de un solo output implica la disminución lineal en el uso de los demás, y viceversa. A continuación se presenta el mapa de isocuanta respectivo a esta función para el caso de una economía de 2 inputs.

³⁶ Ver: Gallón, Santiago; Lopera John. “Funciones de Producción CES, Cobb Douglas y Leontief: Historia y generalización”. Seminario de Concavidad y Optimización en Microeconomía. Pág. 2-9.

Figura No. 1

Mapa de isocuantas correspondiente a una función CES con perfecta sustitución



Como se logra ver en esta figura, el mapa de isocuantas constituye un conjunto infinito de rectas paralelas de pendiente negativa.

C.3.2 Función de producción Cobb-Douglas

El primer acercamiento a la elaboración de una forma funcional dentro la teoría de producción fue realizado por Paul Douglas y Charles Cobb, en 1928. Ambos construyeron la función de producción conocida como Cobb-Douglas, la cual fue empleada en investigaciones empíricas hechas por Douglas en 1948, 1967 y 1976 para determinar el influjo de gasto de capital y de trabajo sobre el nivel de producción en la industria norteamericana. La popularidad de esta función se debe a su facilidad de manipulación y al hecho de que posee las propiedades mínimas que requieren los economistas para sus investigaciones teóricas y empíricas. Así mismo, ha sido utilizada no solamente en la teoría de la producción, sino también en la teoría del consumidor y en el análisis de áreas como el crecimiento y desarrollo económico, finanzas públicas, entre otras.

La forma más general de definir una función de producción tipo Cobb-Douglas es la siguiente:

$$g(\mathbf{y}) = \mathbf{g} \prod_{j=1}^m y_j^{q_j} \quad \mathbf{g} > 0 \\ 0 < q_i < 1 \quad \forall 1 \leq i \leq m$$

Esta función puede obtenerse como resultado de la función de producción CES, tomando el límite de su logaritmo natural cuando $\mathbf{r} \rightarrow 0$ (es decir, la elasticidad de sustitución asociada debe tender a 1).

$$\lim_{\mathbf{r} \rightarrow 0} \ln g(\mathbf{y}) = \lim_{\mathbf{r} \rightarrow 0} \ln \mathbf{g} - \mathbf{n} \lim_{\mathbf{r} \rightarrow 0} \frac{\ln \left(\sum_{j=1}^m q_j y_j^{-\mathbf{r}} \right)}{\mathbf{r}} = \ln \mathbf{g} - \frac{0}{0} \text{ (Indeterminación)}$$

Luego, aplicando L'Hopital en el último límite, se obtiene:

$$\begin{aligned} \lim_{\mathbf{r} \rightarrow 0} \ln g(\mathbf{y}) &= \ln \mathbf{g} - \mathbf{n} \lim_{\mathbf{r} \rightarrow 0} \frac{-\sum_{j=1}^m q_j y_j^{-\mathbf{r}} \ln y_j}{\sum_{j=1}^m q_j y_j^{-\mathbf{r}}} \\ &= \ln \mathbf{g} + \mathbf{n} \frac{\sum_{j=1}^m q_j \ln y_j}{\sum_{j=1}^m q_j} = \ln \mathbf{g} + \mathbf{n} \frac{\ln \left(\prod_{j=1}^m y_j^{q_j} \right)}{\sum_{j=1}^m q_j} \\ &= \ln \left(\mathbf{g} \left(\prod_{j=1}^m y_j^{q_j} \right)^S \right) \end{aligned}$$

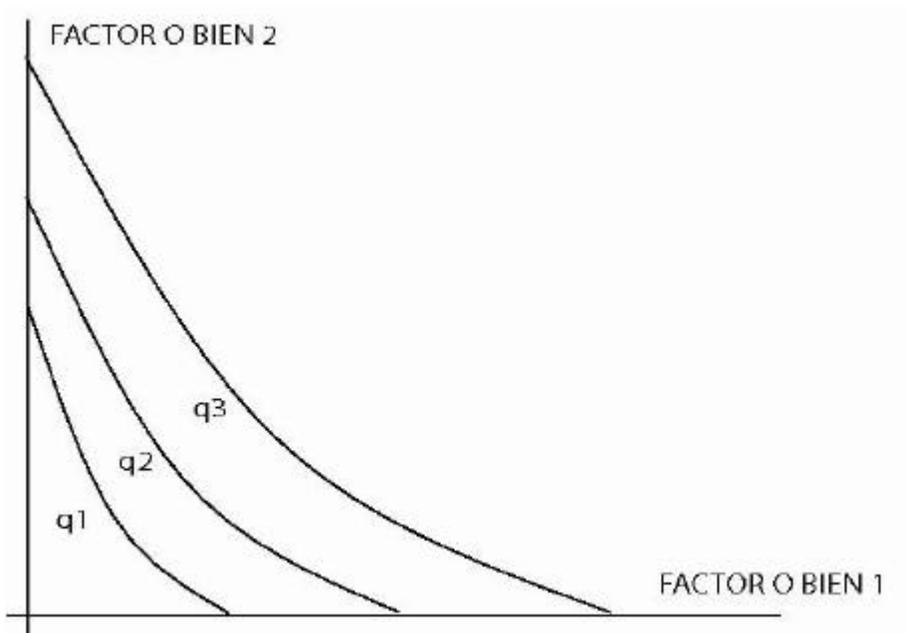
Donde $S = \frac{\mathbf{n}}{\sum_{j=1}^m q_j}$. Luego:

$$g(\mathbf{y}) = g \left(\prod_{j=1}^m y_j^{q_j} \right)^S$$

Por lo tanto, la función de producción CES converge a una de Cobb-Douglas si se cumple primero $\sum_{j=1}^m q_j = n$; es decir, si el grado de homogeneidad es igual a la suma de todos los coeficientes de participación. A continuación se presenta una gráfica en la que se muestra el mapa de isocuantas correspondiente a este tipo de función, considerando el caso de una economía de solo 2 inputs.

Figura No. 2

Mapa de isocuantas correspondiente a una función CES en el caso Cobb-Douglas



Como se logra observar en esta figura, el mapa de isocuantas forma un conjunto infinito de funciones convexas hacia el origen.

C.3.3 Función de producción Marx-Leontief ($? \rightarrow \infty$)

Esta función fue construida por Wassily Leontief, ganador del premio Nóbel de Economía en 1973, y representa una tecnología en la cual los distintos inputs se utilizan siempre en proporciones fijas, es decir, la existencia de variaciones en los niveles de inputs no modifica el nivel de producción real, a menos que estas variaciones se encuentren por debajo del mínimo de todas estas. Esto se conoce como imperfecta sustitución, ya que al contrario de la perfecta sustitución, los inputs son “distintamente” adquiribles en el sentido de satisfacer las necesidades del productor que conduzcan a un mismo nivel de producción.

La forma más general de definir una función de producción Marx-Leontief es la siguiente:

$$g(\mathbf{y}) = \text{Min}_{1 \leq j \leq m} \left\{ \frac{y_j}{\mathbf{g}_j} \right\}^n \quad \mathbf{g}_j > 0 \quad \forall 1 \leq j \leq m \\ n > 0$$

Esta función se puede obtener cuando $\mathbf{S} \rightarrow 0$, o lo que es lo mismo, cuando $\mathbf{r} \rightarrow \infty$. Es así que tomando el logaritmo natural y límite de la ecuación c.4 se tiene:

$$\text{Lim}_{\mathbf{r} \rightarrow \infty} \ln g(\mathbf{y}) = \text{Lim}_{\mathbf{r} \rightarrow \infty} \ln \mathbf{g} - n \text{Lim}_{\mathbf{r} \rightarrow \infty} \frac{\ln \left(\sum_{j=1}^m \mathbf{q}_j y_j^{-\mathbf{r}} \right)}{\mathbf{r}}$$

Luego considerando que $y_m = \text{Min}_{1 \leq j \leq m} \{y_j\}$, se tiene

$$\begin{aligned} \text{Lim}_{\mathbf{r} \rightarrow \infty} \ln g(\mathbf{y}) &= \ln \mathbf{g} - n \text{Lim}_{\mathbf{r} \rightarrow \infty} \frac{1}{\mathbf{r}} \left(\sum_{j=1}^m \mathbf{q}_j \left(\frac{y_m}{y_j} \right)^{\mathbf{r}} y_m^{-\mathbf{r}} \right) \\ &= \ln \mathbf{g} - n \text{Lim}_{\mathbf{r} \rightarrow \infty} \frac{1}{\mathbf{r}} \left(\ln \left(\sum_{j=1}^m \mathbf{q}_j \left(\frac{y_m}{y_j} \right)^{\mathbf{r}} \right) - \mathbf{r} \ln (y_m) \right) \\ &= \ln \mathbf{g} + n \ln y_m - n \text{Lim}_{\mathbf{r} \rightarrow \infty} \frac{1}{\mathbf{r}} \left(\ln \left(\sum_{j \in A} \mathbf{q}_j + \sum_{j \in B} \mathbf{q}_j \left(\frac{y_m}{y_j} \right)^{\mathbf{r}} \right) - \mathbf{r} \ln (y_m) \right) \end{aligned}$$

Donde $j \in A$ si $\frac{y_m}{y_j} = 1$, y $j \in B$ si $\frac{y_m}{y_j} < 1$. Luego:

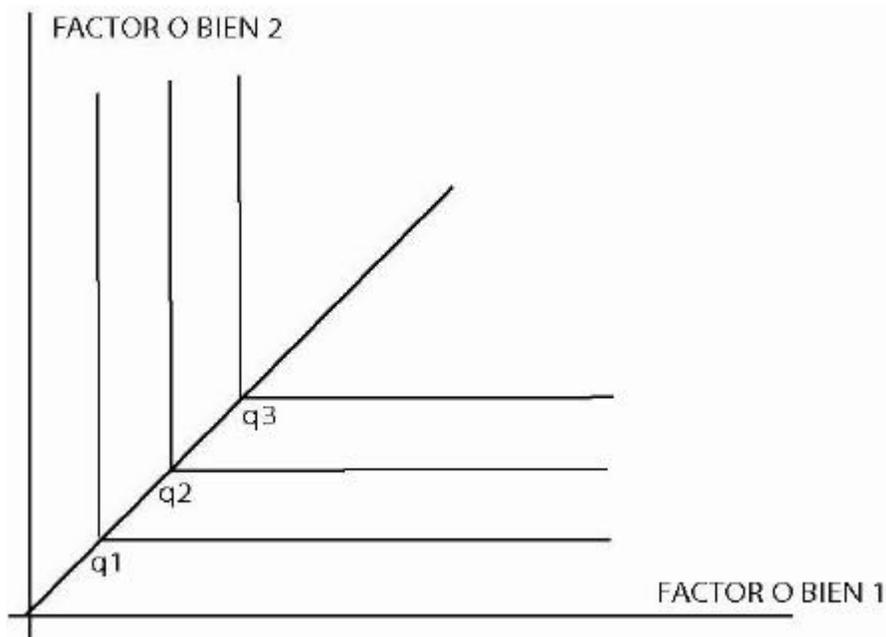
$$\lim_{r \rightarrow \infty} \ln g(\mathbf{y}) = \ln \mathbf{g} + n \ln y_m = \ln(\mathbf{g} \cdot y_m^n)$$

$$\lim_{r \rightarrow \infty} g(\mathbf{y}) = \mathbf{g} \cdot y_m^n = \min_{1 \leq j \leq m} \left\{ \frac{y_j}{\mathbf{g}^{1/n}} \right\}^n$$

Por lo tanto, una función de producción CES converge Marx-Leonief si se cumple primero que $\mathbf{g}_j = \mathbf{g}^{-1/n} \forall 1 \leq j \leq m$, es decir, si todos los inputs participan en una misma proporción dentro de la tecnología de la empresa.

A continuación, se presenta una gráfica que muestra el mapa de isocuantas correspondiente a esta función, considerando una economía de solo dos inputs.

Figura N. 3



Como se logra ver en esta figura, las isocuantas de diferente nivel de producción, se establecen como ángulos rectos que nacen en los puntos donde las componentes del mínimo son iguales. Por lo tanto, estos vértices constituyen los únicos puntos minimizadores de los costos, ya que se utilizan a pleno rendimiento todos los inputs eligiendo la mínima cantidad entre ellos, cumpliendo así con el objetivo que persigue el empresario.

C.3 Función de utilidad CES

La representación de una función de utilidad que permita describir las preferencias del consumidor, bajo el concepto de elasticidad de sustitución, es muy similar a la forma que adopta la función CES del productor. En sí, la función de utilidad CES³⁷ tiene la siguiente forma:

$$f(\mathbf{c}) = \left(\sum_{i=1}^n q_i c_i^{-r} \right)^{-1/r} \quad \begin{array}{l} -1 < r < \infty \\ r \neq 0 \\ 0 < q < 1 \text{ tq } \sum_{i=1}^n q_i = 1 \end{array} \quad (\text{c.6})$$

Como se logra observar a diferencia de c.4, esta función se define solo para el caso de los bienes, y se excluye el parámetro de eficiencia dentro de su estructura, ya que deja de tener sentido para las preferencias del consumidor. De esta manera, se pueden obtener propiedades particulares de esta función similares a la función de producción CES, con solo establecer $\mathbf{g} = 1$ y $\mathbf{u} = 1$. Estas propiedades son:

1. $f(\mathbf{c})$ es homogénea de grado 1
2. La elasticidad de sustitución para cualquier par de bienes es $\mathbf{s}_{j,k} = \frac{1}{1+r}$.
3. $\lim_{r \rightarrow -1} f(\mathbf{c}) = \sum_{i=1}^n q_i c_i$ (Función de utilidad de perfecta sustitución)
4. $\lim_{r \rightarrow 0} f(\mathbf{c}) = \prod_{i=1}^n c_i^{q_i}$ (Función de utilidad de Cobb-Douglas)
5. $\lim_{r \rightarrow \infty} f(\mathbf{c}) = \text{Min}_{1 \leq i \leq n} \{c_i\}$ (Función de utilidad Leontief).

³⁷ Ver: Walter, Nicholson. "Teoría Microeconómica". Madrid-España. McGraw-Hill. Sexta Edición. 1997. Pág. 75-88.

Así mismo, los gráficos correspondientes a las propiedades 3, 4 y 5 son los mismos a los obtenidos para el caso de la función de producción CES.

Además, dentro del problema de maximización de la utilidad, se puede considerar cualquier transformación monótona creciente de esta función con el fin de simplificarla, ya que este tipo de transformaciones no alteran el orden de preferencia establecido por los axiomas de elección.

C.4. Función tipo CET

Como se ha visto, las funciones de Perfecta Sustitución, Cobb-Douglas y Marx-Leonief son casos especiales de una función CES, en la cual se fija un cierto valor para el parámetro de sustitución. Un último caso adicional que pertenece a este tipo de funciones CES es la llamada función CET³⁸ (Constante de Elasticidad de Transformación), la cual trata de representar el aspecto de transformación, en vez del aspecto de sustitución, como lo hace la función CES para la producción y utilidad. De esta manera, este tipo de función se utiliza para transformar la producción de un bien, en varias variedades de productos diferentes de acuerdo a una característica propia de ellos, como lo puede ser el mercado de consumo, aspectos publicitarios en imagen, tamaño y dimensiones, etc.

Esta función es el resultado de hacer variar el parámetro de sustitución en la función CES de grado 1, dentro del intervalo complementario al de su definición. Es decir, la función CET se define como:

$$h(q) = \mathbf{g} \left(\sum_{i=1}^r \mathbf{d}_i q_i^{-h} \right)^{-1/h} \quad \begin{array}{l} -\infty < \mathbf{h} < -1 \\ 0 < \mathbf{q}_i < 1 \quad \forall 1 \leq i \leq m \\ \mathbf{n}, \mathbf{g} > 0 \end{array}$$

donde:

- \mathbf{q} es el vector de diferentes variedades de un mismo bien.
- \mathbf{g} es el coeficiente de eficiencia en la transformación.
- \mathbf{h} es el parámetro de transformación de la producción.
- $\mathbf{d}_i \quad i = 1, \dots, n$ son los coeficientes de distribución de las distintas variedades de un bien.

³⁸ Ver: Rmaskov, Jacob; Munksgaard Jesper. "Elasticities-A Theoretical introduction". Balmorel Project. Febrero del 2001. Pág. 12

Así mismo, considerando la fórmula para la elasticidad de sustitución de la función CES, se obtiene que:

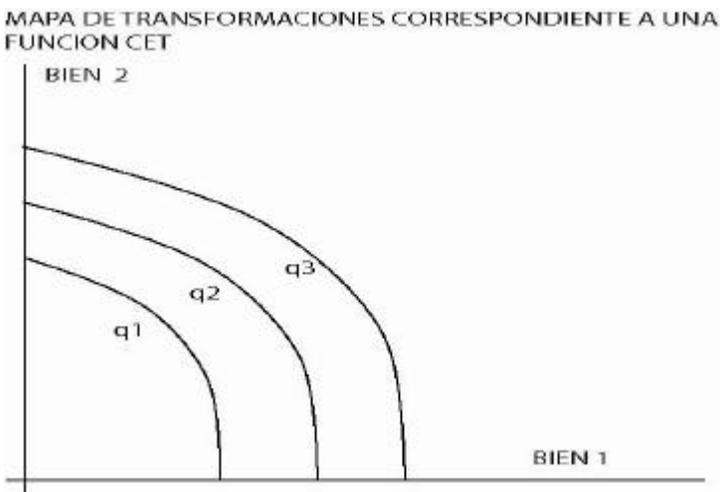
$$s_{j,k} = \frac{1}{1+r} < 0 \quad \forall j \neq k$$

ya que el parámetro de transformación es menor a -1 . Por lo tanto, para poder trabajar con una medida positiva de la transformación, se tiene que multiplicar esta elasticidad por -1 , obteniendo así lo que se conoce como la constante de elasticidad de transformación (de aquí, el origen del nombre de este tipo de función). Es decir:

$$y_{j,k} = \frac{-1}{1+r} \quad \forall j \neq k$$

De manera contraria como sucede en el caso de la función CES, este indicador permite medir el grado de concavidad hacia el origen que posee esta función, a un nivel de producción fijo. Es así que la función CET se puede entender como la “curva invertida” en convexidad de la función CES, que corta los ejes de las variedades. A continuación, se muestra un grafico ilustrativo de esta situación, para el caso de la desagregación de una producción en dos variedades distintas.

Figura No. 4



Anexo D

Solución a los problemas de optimización de los agentes que intervienen en el modelo EGC

Los problemas que se enuncian y se resuelven en este anexo están de acuerdo al seguimiento establecido en la sección 4. En general, el método utilizado para su solución son los multiplicadores de Lagrange, que en conjunto con algunos elementos de economía³⁹, establecen las funciones de demanda y oferta que se necesitan dentro del desarrollo del EGC⁴⁰.

D.1 Problemas de optimización del sector privado

Analizando el problema de minimización de costos por adquisición de bienes y servicios del sector i :

$$\begin{aligned} \underset{s,r.}{\text{Min}} \sum_{j=1}^9 p_{s,i} x_{ji} \\ \underset{1 \leq j \leq 9}{\text{Min}} \left\{ \begin{array}{l} x_{ji} \\ \mathbf{g}_{ji} \end{array} \right\} = VA_i^b \end{aligned}$$

se conoce que éste no puede ser resuelto utilizando el método de los multiplicadores de Lagrange, debido a que el tipo de agregación Marx-Leonief es una función de producción no diferenciable con respecto a sus inputs. Por lo tanto, se necesita utilizar un procedimiento alternativo.

Realizando un análisis intuitivo⁴¹ sobre el comportamiento del empresario, se sabe que éste desea producir un nivel de output dado (valor agregado en bienes) con la cantidad mínima de cada bien, con el fin de no desperdiciarlos. De esta manera, lo más lógico y factible es adquirir aquel conjunto de bienes en donde su consumo sea

³⁹ Ver: Pindyck, Robert; Rubinfeld, Daniel. "Microeconomía". Madrid-España. Prentico Hall. Quinta Edición. 2001. Pág. 21-61.

⁴⁰ Ver: Miller, Roger. "Microeconomía". México-México. McGraw-Hill. Primera Edición. 1996. Pág. 664-672.

⁴¹ Existe otra análisis más formal para hallar las funciones de consumo intermedio del sector privado, utilizando el hecho de que la función Marx-Leonief es un caso particular de las funciones CES (Ver Anexo Q), las cuales son funciones diferenciables, y por lo tanto, útiles dentro del método de los multiplicadores de Lagrange.

exactamente igual al nivel de producción que desea obtener, bajo la proporción que se establece para éste dentro de la función de agregación. Esta idea establece a las funciones de demanda como la cantidad mínima requerida para producir el producto, es decir:

$$x_{ji} = \mathbf{g}_{ji} VA_i^b \quad \forall 1 \leq i \leq 9 \quad (\text{d.1})$$

De esta manera, el costo por adquisición de bienes en función de su valor agregado sería:

$$\begin{aligned} C_i^b(VA_i^b) &= \sum_{j=1}^9 p_{s,i} x_{ji} \\ &= VA_i^b \sum_{j=1}^9 (p_{s,i} \mathbf{g}_{ji}) \end{aligned}$$

cuya derivada igualada al precio de adquisición del valor agregado en bienes (de acuerdo a lo establecido en el capítulo 3) establecería el punto óptimo en beneficio con respecto al consumo intermedio en bienes. Es decir:

$$\frac{\partial C_i^b(VA_i^b)}{\partial VA_i^b} = \sum_{j=1}^9 (p_{s,i} \mathbf{g}_{ji}) = p_{VA,i}^b$$

lo cual, debido a la inexistencia de costos fijos, equivaldría por integración a una condición de cero ganancia en la elaboración del valor agregado de bienes:

$$\sum_{j=1}^9 p_{s,i} x_{ij} = p_{VA,i}^b VA_i^b \quad (\text{d.2})$$

Por otro lado, considerando el problema de minimización de costos por adquisición de factores de producción para cada sector i :

$$\begin{aligned} \text{Min}_{s.f.} \quad & w_L L_i + w_k K_i \\ & \mathbf{b}_i L_i^{\mathbf{a}_i} K_i^{1-\mathbf{a}_i} = VA_i^f \end{aligned}$$

se obtiene el siguiente lagrangiano:

$$\mathbf{j}^q(\mathbf{I}_i^q, L_i, K_i) = w_L L_i + w_K K_i - \mathbf{I}_i^q (\mathbf{b}_i L_i^{a_i} K_i^{1-a_i} - VA_i^f)$$

Luego, calculando sus derivadas parciales con respecto a cada una de sus variables, se obtiene las siguientes condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial \mathbf{j}^q}{\partial L_i} = w_L - \mathbf{I}_i^q \frac{\mathbf{a}_i \mathbf{b}_i}{L_i} L_i^{a_i} K_i^{1-a_i} = 0 \quad (\text{d.3})$$

$$\frac{\partial \mathbf{j}^q}{\partial K_i} = w_K - \mathbf{I}_i^q \frac{(1 - \mathbf{a}_i) \mathbf{b}_i}{K_i} L_i^{a_i} K_i^{1-a_i} = 0 \quad (\text{d.4})$$

$$\frac{\partial \mathbf{j}^q}{\partial \mathbf{I}_i^q} = \mathbf{b}_i L_i^{a_i} K_i^{1-a_i} - VA_i^f = 0 \quad (\text{d.5})$$

Para tener más facilidad en el manejo d.3 y d.4, se utiliza la ecuación d.5 en cada una de ellas, obteniendo las siguientes ecuaciones:

$$w_L - \mathbf{I}_i^q \frac{\mathbf{a}_i VA_i^f}{L_i} = 0$$

$$w_K - \mathbf{I}_i^q \frac{(1 - \mathbf{a}_i) VA_i^f}{K_i} = 0$$

de las cuales, despejando el nivel de consumo en labor L_i y capital K_i de d.3 y d.4, respectivamente, nos da:

$$L_i = \mathbf{I}_i^q \frac{\mathbf{a}_i VA_i^f}{w_L} \quad (\text{d.6})$$

$$K_i = \mathbf{I}_i^q \frac{(1 - \mathbf{a}_i) VA_i^f}{w_K} \quad (\text{d.7})$$

Reemplazando estos valores en la condición d.5, se obtiene:

$$\begin{aligned} VA_i^f &= \mathbf{b}_i \left(\mathbf{I}_i^q \frac{\mathbf{a}_i VA_i^f}{w_L} \right)^{a_i} \left(\mathbf{I}_i^q \frac{(1-\mathbf{a}_i) VA_i^f}{w_K} \right)^{1-a_i} \\ &= \mathbf{b}_i \mathbf{I}_i^q VA_i^f \left(\frac{\mathbf{a}_i}{w_L} \right)^{a_i} \left(\frac{1-\mathbf{a}_i}{w_K} \right)^{1-a_i} \end{aligned}$$

de donde, el valor del multiplicador resulta ser:

$$\mathbf{I}_i^q = \frac{1}{\mathbf{b}_i} \left(\frac{\mathbf{a}_i}{w_L} \right)^{-a_i} \left(\frac{1-\mathbf{a}_i}{w_K} \right)^{a_i-1}$$

Luego, utilizando el valor de este multiplicador en las ecuaciones d.6 y d.7, se produce las siguientes funciones de demanda de factores:

$$L_i = \frac{VA_i^f}{\mathbf{b}_i} \left(\frac{\mathbf{a}_i}{w_L} \right)^{1-a_i} \left(\frac{1-\mathbf{a}_i}{w_K} \right)^{a_i-1} \quad (\text{d.8})$$

$$K_i = \frac{VA_i^f}{\mathbf{b}_i} \left(\frac{\mathbf{a}_i}{w_L} \right)^{-a_i} \left(\frac{1-\mathbf{a}_i}{w_K} \right)^{a_i} \quad (\text{d.9})$$

De esta manera, el costo por adquisición de factores en función de su valor agregado sería:

$$\begin{aligned} C_j^f (VA_j^f) &= w_L L_i + w_K K_i \\ &= w_L \frac{VA_i^f}{\mathbf{b}_i} \left(\frac{\mathbf{a}_i}{w_L} \right)^{1-a_i} \left(\frac{1-\mathbf{a}_i}{w_K} \right)^{a_i-1} + w_K \frac{VA_i^f}{\mathbf{b}_i} \left(\frac{\mathbf{a}_i}{w_L} \right)^{-a_i} \left(\frac{1-\mathbf{a}_i}{w_K} \right)^{a_i} \end{aligned}$$

cuya derivada igualada al precio de adquisición del valor agregado en factores, establecería el punto óptimo en beneficio con respecto al consumo en factores. Es decir:

$$\frac{\partial C_i^f(VA_i^f)}{\partial VA_i^f} = \frac{w_L}{b_i} \left(\frac{a_i}{w_L} \frac{w_K}{1-a_i} \right)^{1-a_i} + \frac{w_K}{b_i} \left(\frac{w_L}{a_i} \frac{1-a_i}{w_K} \right)^{a_i} = p_{VA,i}^f$$

lo cual, debido a la inexistencia de costos fijos, equivaldría por integración a una condición de cero ganancia en la elaboración del valor agregado de factores:

$$w_L L_i + w_K K_i = p_{VA,i}^f VA_i^f \quad (d.10)$$

Una vez establecidos ambos niveles de consumo de bienes y factores para el sector privado, nos interesa establecer el nivel de consumo de los valores agregados que intervienen finalmente dentro de la producción de un bien, considerando que éstos resuelven el problema:

$$\begin{aligned} & \underset{s.r.}{\text{Min}} \left(1 + \mathbf{t}_{imp,i} \right) \left(p_{VA,i}^b VA_i^b + p_{VA,i}^f VA_i^f \right) \\ & Q_i = \text{Min} \left\{ \frac{VA_i^b}{b_i}, \frac{VA_i^f}{f_i} \right\} \end{aligned}$$

Analizando de la misma forma como se procedió en el caso del consumo intermedio de bienes en el sector privado (excluyendo el valor $(1 + \mathbf{t}_{imp,i})$ de la función objetivo por tratarse de una constante), las funciones de demanda de valores agregados resultan ser:

$$VA_i^b = b_i Q_i \quad (d.11)$$

$$VA_i^f = f_i Q_i \quad (d.12)$$

Finalmente, conociendo estos niveles de consumo en valores agregados, se puede obtener una función de costo total que dependa del nivel de producción deseado, tomando en cuenta la influencia que tienen los impuestos sobre éste:

$$\begin{aligned} C_i^T(Q_i) &= (1 + \mathbf{t}_{imp,i}) \left(p_{VA,i}^b VA_i^b + p_{VA,i}^f VA_i^f \right) \\ &= (1 + \mathbf{t}_{imp,i}) \left(p_{VA,i}^b b_i Q_i + p_{VA,i}^f f_i Q_i \right) \end{aligned}$$

cuya derivada igualada al precio de producción, establecería el punto óptimo en beneficio con respecto al consumo total en bienes y factores. Es decir:

$$\frac{\partial C_i^T(Q_i)}{\partial Q_i} = (1 + \mathbf{t}_{imp,i}) (p_{VA,i}^b b_i + p_{VA,i}^f f_i) = p_{q,i}$$

lo cual, debido a la inexistencia de costos fijos, equivaldría a una condición de cero ganancia en la elaboración del bien final:

$$(1 + \mathbf{t}_{imp,i}) (p_{VA,i}^b VA_i^b + p_{VA,i}^f VA_i^f) = p_{q,i} Q_i \quad (\text{d.13})$$

En resumen, considerando las funciones de demanda d.1, d.8, d.9, d.11 y d.12 características del comportamiento del productor, se pueden obtener las condiciones de cero ganancia (maximización de beneficio) d.2, d.10, y d.13, que caracterizan la maximización del beneficio en la elaboración y producción de valores agregados y bienes finales, respectivamente.

D.2 Problema de maximización en la desagregación de la producción nacional

Considerando el problema asociado a la desagregación de producción:

$$\begin{aligned} & \underset{s.r.}{Max} \quad p_{d,i}^q D_i^q + p_{e,i}^{usa} E_i^{usa} + p_{e,i}^{res} E_i^{res} - p_{q,i} Q_i \\ & \mathbf{g}_{q,i} \left(\mathbf{d}_{1,i}^q (D_i^q)^{-h_i} + \mathbf{d}_{2,i}^q (E_i^{usa})^{-h_i} + \mathbf{d}_{3,i}^q (E_i^{res})^{-h_i} \right)^{1/h_i} = Q_i \end{aligned}$$

se obtiene el siguiente lagrangiano:

$$\begin{aligned} \mathbf{j}_i^{des} \left(\mathbf{I}_i^q, D_i^q, E_i^{usa}, E_i^{res} \right) &= p_{d,i}^q D_i^q + p_{e,i}^{usa} E_i^{usa} + p_{e,i}^{res} E_i^{res} - p_{q,i} Q_i \\ & - \mathbf{I}_i^q \left(\mathbf{g}_{q,i} \left(\mathbf{d}_{1,i}^q (D_i^q)^{-h_i} + \mathbf{d}_{2,i}^q (E_i^{usa})^{-h_i} + \mathbf{d}_{3,i}^q (E_i^{res})^{-h_i} \right)^{1/h_i} - Q_i \right) \end{aligned}$$

Luego, calculando sus derivadas parciales con respecto a cada una de sus variables, se obtiene las siguientes condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial \mathbf{j}_i^{des}}{\partial D_i^q} = p_{d,i}^q - \mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{1,i}^q (D_i^q)^{-(h_i+1)} \mathbf{g}_{q,i} \mathbf{k} e_1^{-(h_i+1)/h_i} = 0 \quad (\text{d.14})$$

$$\frac{\partial \mathbf{j}_i^{des}}{\partial E_i^{usa}} = p_{e,i}^{usa} - \mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{2,i}^q (E_i^{usa})^{-(h_i+1)} \mathbf{g}_{q,i} \mathbf{k} e_1^{-(h_i+1)/h_i} = 0 \quad (\text{d.15})$$

$$\frac{\partial \mathbf{j}_i^{des}}{\partial E_i^{res}} = p_{e,i}^{res} - \mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{3,i}^q (E_i^{res})^{-(h_i+1)} \mathbf{g}_{q,i} \mathbf{k} m_1^{-(h_i+1)/h_i} = 0 \quad (\text{d.16})$$

$$\frac{\partial \mathbf{j}_i^{des}}{\partial Q_i} = p_{q,i} - \mathbf{I}_i^q = 0 \quad (\text{d.17})$$

$$\frac{\partial \mathbf{j}_i^{des}}{\partial \mathbf{I}_i^q} = \mathbf{g}_{q,i} \mathbf{k} e_1^{(1+h_i)} - Q_i = 0 \quad (\text{d.18})$$

donde:

$$\mathbf{k} e_1 = \mathbf{d}_{1,i}^q (D_i^q)^{-h_i} + \mathbf{d}_{2,i}^q (E_i^{usa})^{-h_i} + \mathbf{d}_{3,i}^q (E_i^{res})^{-h_i}$$

Para tener más facilidad en el manejo d.14, d.15 y d.16, se utiliza la ecuación d.18 en cada una de ellas, obteniendo las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} p_{d,i}^q - \mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{1,i}^q (D_i^q)^{-(h_i+1)} \mathbf{g}_{q,i}^{-h_i} Q_i^{h_i+1} &= 0 \\ p_{e,i}^{usa} - \mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{2,i}^q (E_i^{usa})^{-(h_i+1)} \mathbf{g}_{q,i}^{-h_i} Q_i^{h_i+1} &= 0 \\ p_{e,i}^{res} - \mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{3,i}^q (E_i^{res})^{-(h_i+1)} \mathbf{g}_{q,i}^{-h_i} Q_i^{h_i+1} &= 0 \end{aligned}$$

de las cuales, despejando el nivel de demanda en exportaciones E_i^{usa} , E_i^{res} , y en variedad doméstica D_i^q , respectivamente, nos da:

$$D_i^q = \left(\frac{P_{d,i}^q}{\mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{1,i}^q \mathbf{g}_{q,i}^{-h_i}} \right)^{-1/h_i} Q_i \quad (\text{d.19})$$

$$E_i^{usa} = \left(\frac{P_{e,i}^{usa}}{\mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{2,i}^q \mathbf{g}_{q,i}^{-h_i}} \right)^{-1/(h_i+1)} Q_i \quad (\text{d.20})$$

$$E_i^{res} = \left(\frac{P_{e,i}^{res}}{\mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{3,i}^q \mathbf{g}_{q,i}^{-h_i}} \right)^{-1/(h_i+1)} Q_i \quad (\text{d.21})$$

Reemplazando estos valores en la condición d.18, se obtiene:

$$Q_i = \mathbf{g}_{q,i} \left(\mathbf{d}_{1,i}^q \left(\frac{P_{d,i}^q}{\mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{1,i}^q \mathbf{g}_{q,i}^{-h_i}} \right)^{h_i/(h_i+1)} + \mathbf{d}_{2,i}^q \left(\frac{P_{e,i}^{usa}}{\mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{2,i}^q \mathbf{g}_{q,i}^{-h_i}} \right)^{h_i/(h_i+1)} + \mathbf{d}_{3,i}^q \left(\frac{P_{e,i}^{res}}{\mathbf{I}_i^q \mathbf{d}_{3,i}^q \mathbf{g}_{q,i}^{-h_i}} \right)^{h_i/(h_i+1)} \right)$$

$$\Rightarrow 1 = (\mathbf{g}_{q,i} \mathbf{I}_i^q)^{1/(h_i+1)} \left((\mathbf{d}_{1,i}^q)^{1/(h_i+1)} (P_{d,i}^q)^{h_i/(h_i+1)} + (\mathbf{d}_{2,i}^q)^{1/(h_i+1)} (P_{e,i}^{usa})^{h_i/(h_i+1)} + (\mathbf{d}_{3,i}^q)^{1/(h_i+1)} (P_{e,i}^{res})^{h_i/(h_i+1)} \right)$$

de donde, el valor del multiplicador resulta ser:

$$\mathbf{I}_i^q = \frac{1}{\mathbf{g}_{q,i}} \mathbf{ke}_2^{(h_i+1)/h_i} \quad (\text{d.22})$$

donde:

$$\mathbf{ke}_2 = (\mathbf{d}_{1,i}^q)^{1/(h_i+1)} (P_{d,i}^q)^{h_i/(h_i+1)} + (\mathbf{d}_{2,i}^q)^{1/(h_i+1)} (P_{e,i}^{usa})^{h_i/(h_i+1)} + (\mathbf{d}_{3,i}^q)^{1/(h_i+1)} (P_{e,i}^{res})^{h_i/(h_i+1)}$$

Luego, utilizando el valor de este multiplicador en las ecuaciones d.19, d.20 y d.21, se produce las siguientes funciones de oferta de bienes por mercado de origen:

$$D_i^q = \frac{Q_i}{\mathbf{g}_{q,i}} \left(\frac{\mathbf{d}_{1,i}^q}{P_{d,i}^q} \right)^{1/h_i+1} \mathbf{ke}_2^{1/h_i} \quad (\text{d.22})$$

$$E_i^{usa} = \frac{Q_i}{\mathbf{g}_{q,i}} \left(\frac{\mathbf{d}_{2,i}^q}{P_{e,i}^{usa}} \right)^{1/h_i+1} \mathbf{ke}_2^{1/h_i} \quad (\text{d.23})$$

$$E_i^{res} = \frac{Q_i}{g_{q,i}} \left(\frac{d_{3,i}^q}{p_{e,i}^{res}} \right)^{\gamma_{h_i+1}} k_{e_2}^{\gamma_{h_i}} \quad (d.24)$$

Por otro lado, considerando que el valor del multiplicador también se encuentra dado por d.17, se obtiene:

$$\begin{aligned} p_{q,i} &= \frac{1}{g_{q,i}} k_{e_2}^{(\gamma_{h_i+1})/\gamma_{h_i}} = \frac{1}{g_{q,i}} k_{e_2} k_{e_2}^{\gamma_{h_i}} \\ &= \frac{1}{g_{q,i}} \left((d_{1,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (p_{d,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} + (d_{2,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (p_{e,i}^{usa})^{\gamma_{h_i+1}} + (d_{3,i}^q)^{\gamma_{h_i+1}} (p_{e,i}^{res})^{\gamma_{h_i+1}} \right) k_{e_2}^{\gamma_{h_i}} \\ &= \frac{1}{g_{q,i}} \left(p_{d,i}^q \left(\frac{d_{1,i}^q}{p_{d,i}^q} \right)^{\gamma_{h_i+1}} + p_{e,i}^{usa} \left(\frac{d_{2,i}^q}{p_{e,i}^{usa}} \right)^{\gamma_{h_i+1}} + p_{e,i}^{res} \left(\frac{d_{3,i}^q}{p_{e,i}^{res}} \right)^{\gamma_{h_i+1}} \right) k_{e_2}^{\gamma_{h_i}} \\ &= \frac{1}{Q_i} \left(p_{d,i}^q \frac{Q_i}{g_{q,i}} \left(\frac{d_{1,i}^q}{p_{d,i}^q} \right)^{\gamma_{h_i+1}} k_{e_2}^{\gamma_{h_i}} + p_{e,i}^{usa} \frac{Q_i}{g_{q,i}} \left(\frac{d_{2,i}^q}{p_{e,i}^{usa}} \right)^{\gamma_{h_i+1}} k_{e_2}^{\gamma_{h_i}} + p_{e,i}^{res} \frac{Q_i}{g_{q,i}} \left(\frac{d_{3,i}^q}{p_{e,i}^{res}} \right)^{\gamma_{h_i+1}} k_{e_2}^{\gamma_{h_i}} \right) \\ &= \frac{1}{Q_i} (p_{d,i}^q D_i^q + p_{e,i}^{usa} E_i^{usa} + p_{e,i}^{res} E_i^{res}) \end{aligned}$$

con lo cual, se establece el punto de desagregación óptimo en la producción nacional como una condición de cero ganancia en la oferta de las distintas variedades por destino de exportación. Es decir:

$$p_{d,i}^q D_i^q + p_{e,i}^{usa} E_i^{usa} + p_{e,i}^{res} E_i^{res} = p_{q,i} Q_i \quad (d.25)$$

D.4 Problema de maximización en la agregación de la oferta nacional

Primero, planteando el problema de minimización de costos:

$$\begin{aligned} & \underset{s.r.}{Min} (1 + t_i^{iva}) (p_{d,i}^s D_i^s + p_{m,i}^{usa} M_i^{usa} + p_{m,i}^{res} M_i^{res}) \\ & g_{s,i} (d_{1,i}^s (D_i^s)^{-r_i} + d_{2,i}^s (M_i^{usa})^{-r_i} + d_{3,i}^s (M_i^{res})^{-r_i})^{-\gamma_{r_i}} = S_i \end{aligned}$$

y luego eliminando $(1 + \mathbf{t}_i^{iva})$ de la función objetivo (debido a que es una constante), se obtiene el siguiente lagrangiano:

$$\mathbf{j}_i^{ag}(\mathbf{I}_i^s, D_i^s, M_i^{usa}, M_i^{res}) = p_{d,i}^s D_i^s + p_{m,i}^{usa} M_i^{usa} + p_{m,i}^{res} M_i^{res} - \mathbf{I}_i^s \left(\mathbf{g}_{s,i} \left(\mathbf{d}_{1,i}^s (D_i^s)^{-r_i} + \mathbf{d}_{2,i}^s (M_i^{usa})^{-r_i} + \mathbf{d}_{3,i}^s (M_i^{res})^{-r_i} \right)^{\gamma_i} - S_i \right)$$

Luego, calculando sus derivadas parciales con respecto a cada una de sus variables, se obtiene las siguientes condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial \mathbf{j}_i^{ag}}{\partial D_i^s} = p_{d,i}^s - \mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{1,i}^s (D_i^s)^{-(r_i+1)} \mathbf{g}_{s,i} \mathbf{km}_1^{-(1+r_i)/r_i} = 0 \quad (\text{d.26})$$

$$\frac{\partial \mathbf{j}_i^{ag}}{\partial M_i^{usa}} = p_{m,i}^{usa} - \mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{2,i}^s (M_i^{usa})^{-(r_i+1)} \mathbf{g}_{s,i} \mathbf{km}_1^{-(1+r_i)/r_i} = 0 \quad (\text{d.27})$$

$$\frac{\partial \mathbf{j}_i^{ag}}{\partial M_i^{res}} = p_{m,i}^{res} - \mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{3,i}^s (M_i^{res})^{-(r_i+1)} \mathbf{g}_{s,i} \mathbf{km}_1^{-(1+r_i)/r_i} = 0 \quad (\text{d.28})$$

$$\frac{\partial \mathbf{j}_i^{ag}}{\partial \mathbf{I}_i^s} = \mathbf{g}_{s,i} \mathbf{km}_1^{(1+r_i)} - S_i = 0 \quad (\text{d.29})$$

donde:

$$\mathbf{km}_1 = \mathbf{d}_{1,i}^s (D_i^s)^{-r_i} + \mathbf{d}_{2,i}^s (M_i^{usa})^{-r_i} + \mathbf{d}_{3,i}^s (M_i^{res})^{-r_i}$$

Para tener más facilidad en el manejo d.26, d.27 y d.28, se utiliza la ecuación d.29 en cada una de ellas, obteniendo las siguientes ecuaciones:

$$p_{d,i}^s - \mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{1,i}^s (D_i^s)^{-(r_i+1)} \mathbf{g}_{s,i}^{-r_i} S_i^{r_i+1} = 0$$

$$p_{m,i}^{usa} - \mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{2,i}^s (M_i^{usa})^{-(r_i+1)} \mathbf{g}_{s,i}^{-r_i} S_i^{r_i+1} = 0$$

$$p_{m,i}^{res} - \mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{3,i}^s (M_i^{res})^{-(r_i+1)} \mathbf{g}_{s,i}^{-r_i} S_i^{r_i+1} = 0$$

de las cuales, despejando el nivel de oferta en importaciones M_i^{usa} , M_i^{res} , y en variedad doméstica D_i^s , respectivamente, nos da:

$$D_i^s = \left(\frac{P_{d,i}^s}{\mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{1,i}^s \mathbf{g}_{s,i}^{-r_i}} \right)^{-1/(r_i+1)} S_i \quad (\text{d.30})$$

$$M_i^{usa} = \left(\frac{P_{m,i}^{usa}}{\mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{2,i}^s \mathbf{g}_{s,i}^{-r_i}} \right)^{-1/(r_i+1)} S_i \quad (\text{d.31})$$

$$M_i^{res} = \left(\frac{P_{m,i}^{res}}{\mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{3,i}^s \mathbf{g}_{s,i}^{-r_i}} \right)^{-1/(r_i+1)} S_i \quad (\text{d.32})$$

Reemplazando estos valores en la condición d.29, se obtiene:

$$S_i = \mathbf{g}_{s,i} \left(\mathbf{d}_{1,i}^s \left(\frac{P_{d,i}^s}{\mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{1,i}^s \mathbf{g}_{s,i}^{-r_i}} \right)^{r_i/(r_i+1)} + \mathbf{d}_{2,i}^s \left(\frac{P_{m,i}^{usa}}{\mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{2,i}^s \mathbf{g}_{s,i}^{-r_i}} \right)^{r_i/(r_i+1)} + \mathbf{d}_{3,i}^s \left(\frac{P_{m,i}^{res}}{\mathbf{I}_i^s \mathbf{d}_{3,i}^s \mathbf{g}_{s,i}^{-r_i}} \right)^{r_i/(r_i+1)} \right)^{-1/r_i} S_i$$

$$\Rightarrow 1 = (\mathbf{g}_{s,i} \mathbf{I}_i^s)^{1/(r_i+1)} \left((\mathbf{d}_{1,i}^s)^{1/(r_i+1)} (P_{d,i}^s)^{r_i/(r_i+1)} + (\mathbf{d}_{2,i}^s)^{1/(r_i+1)} (P_{m,i}^{usa})^{r_i/(r_i+1)} + (\mathbf{d}_{3,i}^s)^{1/(r_i+1)} (P_{m,i}^{res})^{r_i/(r_i+1)} \right)^{-1/r_i}$$

de donde, el valor del multiplicador resulta ser:

$$\mathbf{I}_i^s = \frac{1}{\mathbf{g}_{s,i}} \mathbf{km}_2^{(r_i+1)/r_i}$$

donde:

$$\mathbf{km}_2 = (\mathbf{d}_{1,i}^s)^{1/(r_i+1)} (P_{d,i}^s)^{r_i/(r_i+1)} + (\mathbf{d}_{2,i}^s)^{1/(r_i+1)} (P_{m,i}^{usa})^{r_i/(r_i+1)} + (\mathbf{d}_{3,i}^s)^{1/(r_i+1)} (P_{m,i}^{res})^{r_i/(r_i+1)}$$

Luego, utilizando el valor de este multiplicador en las ecuaciones d.26, d.27 y d.28, se produce las siguientes funciones de oferta de bienes por mercado de origen:

$$D_i^s = \frac{S_i}{\mathbf{g}_{s,i}} \left(\frac{\mathbf{d}_{1,i}^s}{P_{d,i}^s} \right)^{1/r_i+1} \mathbf{km}_2^{1/r_i} \quad (\text{d.33})$$

$$M_i^{usa} = \frac{S_i}{g_{s,i}} \left(\frac{d_{2,i}^s}{p_{m,i}^{usa}} \right)^{\gamma_{r_i+1}} km_2^{\gamma_{r_i}} \quad (d.34)$$

$$M_i^{res} = \frac{S_i}{g_{s,i}} \left(\frac{d_{3,i}^s}{p_{m,i}^{res}} \right)^{\gamma_{r_i+1}} km_2^{\gamma_{r_i}} \quad (d.35)$$

De esta manera, el costo total por agregación en función de la oferta final sería:

$$\begin{aligned} C_i^{T,ag}(S_i) &= (1+t_i^{iva}) (p_{d,i}^s D_i^s + p_{m,i}^{usa} M_i^{usa} + p_{m,i}^{res} M_i^{res}) \\ &= \frac{(1+t_i^{iva}) S_i}{g_{s,i}} \left(p_{d,i}^s \left(\frac{d_{1,i}^s}{p_{d,i}^s} \right)^{\gamma_{r_i+1}} + p_{m,i}^{usa} \left(\frac{d_{2,i}^s}{p_{m,i}^{usa}} \right)^{\gamma_{r_i+1}} + p_{m,i}^{res} \left(\frac{d_{3,i}^s}{p_{m,i}^{res}} \right)^{\gamma_{r_i+1}} \right) km_2^{\gamma_{r_i}} \end{aligned}$$

cuya derivada igualada al precio de oferta nacional del bien i , establecería el punto óptimo en beneficio con respecto a las ofertas de los mercados de origen. Es decir:

$$\frac{dC_i^{T,ag}(S_i)}{dS_i} = \frac{(1+t_i^{iva})}{g_{s,i}} \left(p_{d,i}^s \left(\frac{d_{1,i}^s}{p_{d,i}^s} \right)^{\gamma_{r_i+1}} + p_{m,i}^{usa} \left(\frac{d_{2,i}^s}{p_{m,i}^{usa}} \right)^{\gamma_{r_i+1}} + p_{m,i}^{res} \left(\frac{d_{3,i}^s}{p_{m,i}^{res}} \right)^{\gamma_{r_i+1}} \right) km_2^{\gamma_{r_i}} = p_{s,i}$$

lo cual, debido a la inexistencia de ofertas constantes, equivaldría a una condición de cero ganancia en la agregación de la oferta final del bien i :

$$(1+t_i^{iva}) (p_{d,i}^s D_i^s + p_{m,i}^{usa} M_i^{usa} + p_{m,i}^{res} M_i^{res}) = p_{s,i} S_i \quad (d.36)$$

D.5 Problema de maximización del consumidor nacional

Como se sabe, el problema de optimización que enfrenta el consumidor nacional es:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \prod_{i=1}^9 c_i^{q_i} \\ \text{s.r.} \quad & \sum_{i=1}^9 p_{s,i} c_i = I \end{aligned}$$

cuyo langrangiano se expresa de la siguiente manera:

$$\mathbf{j}^c(I^c, c_1, \dots, c_9) = \prod_{i=1}^9 c_i^{q_i} - I^c \left(\sum_{i=1}^9 p_i^s c_i - I \right)$$

Luego, calculando sus derivadas parciales con respecto a cada una de sus variables, se obtiene las siguientes condiciones de primer orden:

$$\frac{\partial \mathbf{j}^c}{\partial c_j} = \frac{q_j}{c_j} \prod_{i=1}^9 c_i^{q_i} - I^c p_j^s = 0 \quad \forall 1 \leq j \leq 9 \quad (\text{d.37})$$

$$\frac{\partial \mathbf{j}^c}{\partial I^c} = \sum_{i=1}^9 p_i^s c_i - I = 0 \quad (\text{d.38})$$

de las cuales, despejando el nivel de consumo de d.1 nos da:

$$c_j = \frac{q_j}{I^c p_j^s} \prod_{i=1}^9 c_i^{q_i} \quad \forall 1 \leq j \leq 9 \quad (\text{d.39})$$

Reemplazando este valor en la ecuación d.2, se obtiene:

$$\sum_{j=1}^9 \left(\frac{p_j^s q_j}{p_j^s I^c} \prod_{i=1}^9 c_i^{q_i} \right) = I$$

$$\frac{1}{I^c} \prod_{i=1}^9 c_i^{q_i} \sum_{i=1}^9 q_j = \frac{1}{I^c} \prod_{i=1}^9 c_i^{q_i} = I$$

de donde, el valor del multiplicador resulta ser:

$$I^c = \frac{1}{I} \prod_{i=1}^9 c_i^{q_i} \quad (\text{d.40})$$

Luego, utilizando el valor de este multiplicador en la ecuación d.3, se produce las siguientes funciones de demanda:

$$c_j = \frac{q_j I}{p_j^s} \quad \forall 1 \leq j \leq 9 \quad (\text{d.41})$$

Anexo E

Programas utilizados

En este anexo se presentan los códigos fuente que se emplearon para la programación del modelo EGC, en lo que respecta a su calibración y simulación. Estos dos programas fueron implementados en GAMS, utilizando el módulo CONOPT 3 para la resolución de problemas NLP (Non-linear programming) y CNS (Constrained non-linear system), como también el módulo XLS2.GMS para la lectura de datos en EXCEL.

De igual manera, al final de este anexo, se presenta el código fuente del programa RAS que se utilizó para el balance y ajuste de las MCS, el cual fue implementado en Visual Basic con salida en EXCEL.

E.1 Código fuente para la calibración del modelo EGC

```
set      f      factores /L,K/
        n      industrias o sectores productivos /B1*B9/
        r      destinos Desagregación Producción y agregación oferta en general
              /Dom,Usa,Res/
        i      Instituciones /hog,gov/
        t      años de las MCS /1993*2001/
        vp1     valores posibles de las elasticidades de sustitución-
              transformación/v1*v3/
        vp2     valores posibles de las variables
              objetivo/v1,v3,v5/alias(n,m)alias(r,rc);
```

```
*=====
=====*
```

*****Lectura de datos*

```
table MCS(*,*,*) Matriz de Contabilidad Social
$call ="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"
I="C:\Programa\MCS2\MCS.xls" O="C:\Programa\MCS2\MCS.inc"
R="hoja1!A1:GH21"
$include "C:\Programa\MCS2\MCS.inc";
```

```
table PExp(*,*,*) Precios internos de exportación
$call ="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"
I="C:\Programa\MCS2\PIExp.xls" O="C:\Programa\MCS2\PIExp.inc"
R="hoja1!A1:S10"
$include "C:\Programa\MCS2\PIExp.inc";
```

```
table PIImp(*,*,*) Precios internos de importación
$call ="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"
I="C:\Programa\MCS2\PIImp.xls" O="C:\Programa\MCS2\PIImp.inc"
R="hoja1!A1:S10"
$include "C:\Programa\MCS2\PIImp.inc";
```

```
table ValRHO(*,*) Conjuntos soporte para los parametros
$call ="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"
I="C:\Programa\MCS2\ValRHO.xls" O="C:\Programa\MCS2\ValRHO.inc"
R="hoja1!A1:D10"
$include "C:\Programa\MCS2\ValRHO.inc";
```

```
table ValNETA(*,*) Conjuntos soporte para los parametros
$call ="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"
I="C:\Programa\MCS2\ValNETA.xls" O="C:\Programa\MCS2\ValNETA.inc"
R="hoja1!A1:D10"
$include "C:\Programa\MCS2\ValNETA.inc";
```

```
table POND(*,*) Conjuntos soporte para las variables objetivo
$call ="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"
I="C:\Programa\MCS2\POND.xls" O="C:\Programa\MCS2\POND.inc"
R="hoja1!A1:C10"
$include "C:\Programa\MCS2\POND.inc";
```

```
table ValY1(*,*,*) Conjuntos soporte para las variables objetivo
$call ="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"
I="C:\Programa\MCS2\ValY1.xls" O="C:\Programa\MCS2\ValY1.inc"
R="hoja1!A1:AT10"
$include "C:\Programa\MCS2\ValY1.inc";
```

```
table ValY2(*,*,*) Conjuntos soporte para las variables objetivo
$call ="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"
I="C:\Programa\MCS2\ValY2.xls" O="C:\Programa\MCS2\ValY2.inc"
R="hoja1!A1:AT10"
$include "C:\Programa\MCS2\ValY2.inc";
```

```
table ValY3(*,*,*) Conjuntos soporte para las variables objetivo
$call ="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"
I="C:\Programa\MCS2\ValY3.xls" O="C:\Programa\MCS2\ValY3.inc"
R="hoja1!A1:AT10"
$include "C:\Programa\MCS2\ValY3.inc";
```

```
*=====
=====*
```

*****Calibración determinista**

parameters

**variables necesarias*

C_VAB(n)	Valor agregado en bienes
C_VAF(n)	Valor agregado en factores
C_Q(n)	Producción nacional
C_S(n)	Oferta Nacional
C_DQ(n,r)	Desagregación de la producción
C_AS(n,r)	Agregación de la oferta

**valores exógenos (Vector ZETA)*

C_ThoIva(n)	Tasa IVA
C_ThoImpQ(n)	Tasa de impuestos sobre la producción
C_ThoImpH	Tasa de impuestos del hogar
C_Pdqf(n,r)	Precios en la desagregación de la producción
C_Pasf(n,r)	Precios en la agregación de la oferta
C_ThoM(n,r)	Tasa arancelaria por importaciones
C_ThoE(n,r)	Tasa arancelaria por exportaciones

**coeficientes de eficiencia y distribución (Vector TETA)*

Teta(n)	Coefficientes de distribución en el consumo del hogar
bn(n)	Coefficiente de distribución en el consumo del VAB
fac(n)	Coefficiente de distribución en el consumo del VAF
Gamma(m,n)	Coefficientes de distribución en el consumo del sector privado
Alfa(n)	Coefficientes de distribución en la agregación de factores de producción
Beta(n)	Eficiencia en la agregación de factores de producción;

variables

Delta_Q(n,r)	Coefficientes de distribución en la desagregación de la producción
Gamma_Q(n)	Eficiencia en la desagregación de la producción
Delta_S(n,r)	Coefficientes de distribución en la agregación de la oferta
Gamma_S(n)	Eficiencia en la agregación de la oferta;

**parametros (VECTOR OMEGA)*

variables

rho(n)	Parametro de elasticidad de sustitución (CES)
neta(n)	Parametro de transformación técnica (CET);

*=====

=====*

****Módulo de calibración deterministica *

C_VAB(n)=	sum(m,MCS(m,n,'2001'));
C_VAF(n)=	sum(f,MCS(f,n,'2001'));
C_Q(n)=	C_VAB(n)+C_VAF(n)+MCS('imp',n,'2001');
C_S(n)=	sum(m,MCS(n,m,'2001'))+MCS(n,"Hog",'2001')+MCS(n,"Gov", '2001')+MCS(n,"InvHog",'2001')+MCS(n,"InvGov",'2001');
C_ThoIva(n)=	MCS('IVA',n,'2001')/(C_S(n)-MCS('IVA',n,'2001'));
C_ThoImpQ(n)=	MCS('Imp',n,'2001')/(C_VAB(n)+C_VAF(n));
C_ThoImpH=	MCS('Gov','hog','2001')/sum(f,MCS('hog',f,'2001'));
C_ThoM(n,'Usa')=	MCS('ArUsa',n,'2001')/MCS('MUsa',n,'2001');
C_ThoM(n,'Res')=	MCS('ArRes',n,'2001')/MCS('MRes',n,'2001');
Teta(n)=	MCS(n,"Hog",'2001')/(sum(f,MCS('hog',f,'2001'))- MCS('gov','hog','2001')-MCS('inv','hog','2001'));
bn(n)=	C_VAB(n)/C_Q(n);
Gamma(m,n)=	MCS(m,n,'2001')/C_VAB(n);
fac(n)=	C_VAF(n)/C_Q(n);
Alfa(n)=	MCS("L",n,'2001')/(MCS('L',n,'2001')+MCS('K',n,'2001'));
Beta(n)=	C_VAF(n) * MCS("L",n,'2001')**(-Alfa(n)) * MCS("K",n,'2001')**(Alfa(n)-1);
C_DQ(n,'Usa')=	MCS(n,'EUsa','2001');
C_DQ(n,'Res')=	MCS(n,'ERes','2001');
C_DQ(n,'Dom')=	C_Q(n)-C_DQ(n,"Usa")-C_DQ(n,'Res');
C_AS(n,'Usa')=	MCS('MUsa',n,'2001')+MCS('ArUsa',n,'2001');
C_AS(n,'Res')=	MCS('MRes',n,'2001')+MCS('ArRes',n,'2001');
C_AS(n,'Dom')=	(1/(1+C_ThoIva(n)))*C_S(n)-C_AS(n,'Usa')-C_AS(n,'Res');
Equations	
CDDQ(n,r)	Coefficientes de distribución en la DQ
CEDQ(n)	Coefficiente de eficiencia en la DQ
CDAS(n,r)	Coefficiente de distribución en la AS
CEAS(n)	Coefficiente de eficiencia en la AS;
CDDQ(n,r)..	Delta_Q(n,r)=e=(C_DQ(n,r)**(neta(n)+1))/ (sum(rc,C_DQ(n,rc)**(neta(n)+1)));
CEDQ(n) ..	Gamma_Q(n)=e=C_Q(n) * sum(rc,Delta_Q(n,rc)*C_DQ(n,rc)** (-neta(n)))/(1/neta(n));

CDAS(n,r).. $\Delta S(n,r) = e = (C_AS(n,r) ** (\rho(n)+1)) /$
 $(\text{sum}(rc, C_AS(n,rc) ** (\rho(n)+1)))$;
 CEAS(n) .. $\Gamma S(n) = e = ((C_S(n) *$
 $\text{sum}(rc, \Delta S(n,rc) * C_AS(n,rc) **$
 $(-\rho(n)) ** (1/\rho(n))) \$ (\text{abs}(\rho(n)) > 0.0001)) +$
 $((C_S(n) * \text{prod}(rc, C_AS(n,rc) ** (-\Delta S(n,rc))))$
 $\$ (\text{abs}(\rho(n)) \leq 0.0001))$;

****Definición de las variables de la calibración****

Variables

variables directrices del sistema

S(n,t)	Oferta nacional de bienes
Q(n,t)	Producción nacional de bienes
Pq(n,t)	Precio de producción nacional
Ps(n,t)	Precio de oferta nacional de bienes
Pvab(n,t)	Precio de elaboración del VAB
Pvaf(n,t)	Precio de elaboración del VAF
W(f,t)	Precio en el mercado de los factores
Ing(i,t)	Ingreso total de la institución i
UImp(t)	Ingreso del gobierno por parte de impuestos
UIva(t)	Ingreso del gobierno por parte de IVA
UArUsa(t)	Ingreso del gobierno por parte de aranceles de importación
UArRes(t)	Ingreso del gobierno por parte de aranceles de importación

variables secundarias del sistema

C(n,i,t)	Demanda de la institución i
x(m,n,t)	Demanda del sector privado por parte de bienes
FC(n,f,t)	Demanda del sector privado por parte de factores
VAB(n,t)	Demanda en el valor agregado de bienes
VAf(n,t)	Demanda en el valor agregado de factores
DQ(n,r,t)	Demanda de producción por destino
AS(n,r,t)	Oferta de bienes por destino
Uh(t)	Gasto de los hogares en el gobierno
Vh(t)	Inversiones y ahorro de hogares
Vg(t)	Inversiones y ahorro del gobierno
PRES(t)	Transferencias entre el gobierno y el sector externo

variables exógenas del sistema

ThoIva(n,t)	Tasa IVA
-------------	----------

ThoImpQ(n,t)	Tasa impuestos sobre la producción
ThoImpH(t)	Tasa de impuestos hogar
ThoM(n,r,t)	Tasa arancelaria por importaciones
Pdq(n,r,t)	Precios en la desagregación de la producción (solo para el sector exterior)
Pas(n,r,t)	Precios en la agregación de la oferta (solo para el sector exterior)
V(n,i,t)	Inversiones de las instituciones
FF(f,t)	Oferta total de factores por parte del consumidor (exogena);

*=====

=====*

****Ecuaciones de comportamiento de los agentes en el instante t*

Equations

DHOG(n,t)	Demanda de los hogares
DGOV(t)	Demanda del gobierno
DSPB(m,n,t)	Demanda del sector privado por parte de bienes
DSPL(n,t)	Demanda del sector privado por parte de labor
DSPK(n,t)	Demanda del sector privado por parte de capital
DVAB(n,t)	Demanda en el valor agregado en bienes
DVAF(n,t)	Demanda en el valor agregado de factores
DQD(n,r,t)	Demanda de producción por destino
ASD(n,r,t)	Oferta de bienes por destino;
DHOG(n,t) ..	$C(n, 'hog', t) = e = \text{Teta}(n) * (\text{Ing}('hog', t) - U_h(t) - V_h(t)) / P_s(n, t);$
DGOV(t) ..	$P_s('B9', t) * C('B9', 'gov', t) = e = \text{Ing}('gov', t) - V_g(t);$
DSPB(m,n,t) ..	$x(m, n, t) = e = \text{Gamma}(m, n) * VAB(n, t);$
DSPL(n,t) ..	$FC(n, 'L', t) = e = (VAF(n, t) / \text{Beta}(n)) * ((\text{Alfa}(n) * W('K', t)) / ((1 - \text{Alfa}(n)) * W('L', t)))) * (1 - \text{Alfa}(n));$
DSPK(n,t) ..	$FC(n, 'K', t) = e = (VAF(n, t) / \text{Beta}(n)) * ((\text{Alfa}(n) * W('K', t)) / ((1 - \text{Alfa}(n)) * W('K', t)))) * (-\text{Alfa}(n));$
DVAB(n,t) ..	$VAB(n, t) = e = b_n(n) * Q(n, t);$
DVAF(n,t) ..	$VAF(n, t) = e = \text{fac}(n) * Q(n, t);$
DQD(n,r,t) ..	$DQ(n, r, t) = e = (Q(n, t) / \text{Gamma}_Q(n))$ $* (\text{Delta}_Q(n, r) / Pdq(n, r, t)) * (1 / (\text{neta}(n) + 1))$ $* \text{sum}(rc, (Pdq(n, rc, t)) * (\text{neta}(n) / (\text{neta}(n) + 1)))$ $* \text{Delta}_Q(n, rc) * (1 / (\text{neta}(n) + 1)) * (1 / \text{neta}(n));$
ASD(n,r,t) ..	$AS(n, r, t) = e = (S(n, t) / \text{Gamma}_S(n))$ $* (\text{Delta}_S(n, r) / Pas(n, r, t)) * (1 / (\text{rho}(n) + 1))$

$$\begin{aligned}
 & * \sum(rc, (Pas(n, rc, t) ** (\rho(n) / (\rho(n) + 1)))) \\
 & * \\
 & \Delta_S(n, rc) ** (1 / (\rho(n) + 1)) ** (1 / \rho(n)) \$ (abs(\rho.l(n)) > 0.0001) + \\
 & ((S(n, t) / \Gamma_S(n)) * (\Delta_S(n, r) / Pas(n, r, t)) * \\
 & \text{prod}(rc, (Pas(n, rc, t) / \Delta_S(n, rc)) ** \Delta_S(n, rc))) \\
 & \$ (abs(\rho.l(n)) \leq 0.0001);
 \end{aligned}$$

=====

===== *

****Ecuaciones de Balance en el instante t *

Equations

IHO(t)	Ingreso total de los hogares
PIHO(t)	Pago de impuestos de los hogares
INVHO(t)	Inversiones del hogar
IGOV(t)	Ingreso total del gobierno
IIMP(t)	Ingreso del gobierno por parte de impuestos
IIVA(t)	Ingreso del gobierno por parte de IVA
IARUSA(t)	Ingreso del gobierno por parte de aranceles de importación de USA
IARRES(t)	Ingreso del gobierno por parte de aranceles de importación de RES
INVG(t)	Inversiones del gobierno
CGEVAB(n, t)	Cero ganancia en la elaboración de VAB
CGEVAF(n, t)	Cero ganancia en la elaboración de VAF
CGPB(n, t)	Cero ganancia en la producción de bienes
CGDQ(n, t)	Cero ganancia en la desagregación de la producción
CGAS(n, t)	Cero ganancia en la agregación de la oferta;
IHO(t) ..	$\text{Ing}('hog', t) = e = \sum(f, W(f, t) * FF(f, t));$
PIHO(t) ..	$\text{Uh}(t) = e = \text{ThoImpH}(t) * \text{Ing}('hog', t);$
INVHO(t) ..	$\text{Vh}(t) = e = \sum(n, \text{Ps}(n, t) * \text{V}(n, 'hog', t));$
IGOV(t) ..	$\text{Ing}('gov', t) = e = \text{Uh}(t) + \text{UImp}(t) + \text{UIva}(t) + \text{UArUsa}(t) + \text{UArRes}(t) + \text{PRES}(t);$
IIMP(t) ..	$\text{UImp}(t) = e = \sum(n, \text{ThoImpQ}(n, t) * \text{Pq}(n, t) * \text{Q}(n, t) / (1 + \text{ThoImpQ}(n, t)));$
IIVA(t) ..	$\text{Uiva}(t) = e = \sum(n, \text{ThoIva}(n, t) * \text{Ps}(n, t) * \text{S}(n, t) / (1 + \text{ThoIva}(n, t)));$
IARUSA(t) ..	$\text{UArUsa}(t) = e = \sum(n, \text{ThoM}(n, 'Usa', t) * \text{Pas}(n, 'Usa', t) * \text{AS}(n, 'Usa', t) / (1 + \text{ThoM}(n, 'Usa', t)));$
IARRES(t) ..	$\text{UArRes}(t) = e = \sum(n, \text{ThoM}(n, 'Res', t) * \text{Pas}(n, 'Res', t))$

**Definición de variables objetivo*

Equations

DVY1(n,t)	Definición de variables objetivo-PIB relativo
DVY2(n,t)	Definición de variables objetivo-Importaciones relativas
DVY3(n,t)	Definición de variables objetivo-Exportaciones relativas
DVY4(n,t)	Definición de variables objetivo-Consumo Total
DVY5(n,t)	Definición de variables objetivo-Producción Total;
DVY1(n,t)..	$Y1(n,t)=e=(\text{sum}(f,w(f,t)*FC(n,f,t))+$ $(\text{ThoImpQ}(n,t)*Pq(n,t)*Q(n,t)/(1+\text{ThoImpQ}(n,t)))+$ $(\text{ThoIVA}(n,t)*Ps(n,t)*S(n,t)/(1+\text{ThoIVA}(n,t)))+$ $(\text{ThoM}(n,'Usa',t)*Pas(n,'Usa',t)*AS(n,'Usa',t)/(1+\text{ThoM}(n,'Usa',t))+$ $(\text{ThoM}(n,'Res',t)*Pas(n,'Res',t)*AS(n,'Res',t)/(1+\text{ThoM}(n,'Res',t)))/(\text{sum}(f,MCS(f,n,t))+MCS('Imp',n,t)+MCS('IVA',n,t)+MCS('ArUsa',n,t)+MCS('ArRes',n,t)) - 1;$
DVY2(n,t) ..	$Y2(n,t)=e=(Pas(n,'Usa',t)*AS(n,'Usa',t)+Pas(n,'Res',t)*AS(n,'Res',t))/$ $(MCS('MUsa',n,t)+MCS('MRes',n,t)+MCS('ArUsa',n,t)+MCS('ArRes',n,t)) - 1;$
DVY3(n,t) ..	$Y3(n,t)=e=(Pdq(n,'Usa',t)*Dq(n,'Usa',t) +Pdq(n,'Res',t)*Dq(n,'Res',t))/$ $(MCS(n,'EUsa',t)+MCS(n,'ERes',t)) - 1;$
DVY4(n,t) ..	$4(n,t)=e=Ps(n,t)*S(n,t)/(\text{sum}(m,MCS(n,m,t))+MCS(n,'Hog',t)+MCS(n,'Gov',t)+MCS(n,'InvHog',t)+MCS(n,'InvGov',t)) - 1;$
DVY5(n,t) ..	$Y5(n,t)=e=Pq(n,t)*Q(n,t)/(\text{sum}(m,MCS(m,n,t))+0(f,MCS(f,n,t))+MCS('Imp',n,t)) - 1;$

**Función de probabilidad de variables objetivo*

variables

ProbY1(n,vp2,t)	Probabilidades de Y1(n-t)
ProbY2(n,vp2,t)	Probabilidades de Y2(n-t)
ProbY3(n,vp2,t)	Probabilidades de Y3(n-t)
ProbY4(n,vp2,t)	Probabilidades de Y4(n-t)
ProbY5(n,vp2,t)	Probabilidades de Y5(n-t);

Equations

FPY1(n,t)	Función de probabilidad de Y1
VEY1(n,t)	Valor esperado de Y1
FPY2(n,t)	Función de probabilidad de Y2
VEY2(n,t)	Valor esperado de Y2
FPY3(n,t)	Función de probabilidad de Y3
VEY3(n,t)	Valor esperado de Y3
FPY4(n,t)	Función de probabilidad de Y4

VEY4(n,t)		Valor esperado de Y4
FPY5(n,t)		Función de probabilidad de Y5
VEY5(n,t)		Valor esperado de Y5;
FPY1(n,t)	..	$\text{sum}(\text{vp2}, \text{ProbY1}(n, \text{vp2}, t)) = e = 1;$
VEY1(n,t)	..	$Y1(n, t) = e = \text{sum}(\text{vp2}, \text{ProbY1}(n, \text{vp2}, t) * \text{ValY1}(n, \text{vp2}, t));$
FPY2(n,t)	..	$\text{sum}(\text{vp2}, \text{ProbY2}(n, \text{vp2}, t)) = e = 1;$
VEY2(n,t)	..	$Y2(n, t) = e = \text{sum}(\text{vp2}, \text{ProbY2}(n, \text{vp2}, t) * \text{ValY2}(n, \text{vp2}, t));$
FPY3(n,t)	..	$\text{sum}(\text{vp2}, \text{ProbY3}(n, \text{vp2}, t)) = e = 1;$
VEY3(n,t)	..	$Y3(n, t) = e = \text{sum}(\text{vp2}, \text{ProbY3}(n, \text{vp2}, t) * \text{ValY3}(n, \text{vp2}, t));$
FPY4(n,t)	..	$\text{sum}(\text{vp2}, \text{ProbY4}(n, \text{vp2}, t)) = e = 1;$
VEY4(n,t)	..	$Y4(n, t) = e = \text{sum}(\text{vp2}, \text{ProbY4}(n, \text{vp2}, t) * \text{ValY3}(n, \text{vp2}, t));$
FPY5(n,t)	..	$\text{sum}(\text{vp2}, \text{ProbY5}(n, \text{vp2}, t)) = e = 1;$
VEY5(n,t)	..	$Y5(n, t) = e = \text{sum}(\text{vp2}, \text{ProbY5}(n, \text{vp2}, t) * \text{ValY3}(n, \text{vp2}, t));$

**Función de probabilidad de los parámetros (VECTOR OMEGA)*

variables

ProbRho(n, vp1) Probabilidades de Rho

ProbNeta(n, vp1) Probabilidades de Neta;

Equations

FPRHO(n) Función de probabilidad de RHO

FPNETA(n) Función de probabilidad de NETA

VERHO(n) Valor esperado de RHO

VENETA(n) Valor esperado de NETA;

FPRHO(n) .. $\text{sum}(\text{vp1}, \text{ProbRho}(n, \text{vp1})) = e = 1;$

FPNETA(n).. $\text{sum}(\text{vp1}, \text{ProbNeta}(n, \text{vp1})) = e = 1;$

VERHO(n).. $\text{Rho}(n) = e = \text{sum}(\text{vp1}, \text{ProbRho}(n, \text{vp1}) * \text{ValRHO}(n, \text{vp1}));$

VENETA(n).. $\text{Neta}(n) = e = \text{sum}(\text{vp1}, \text{ProbNeta}(n, \text{vp1}) * \text{ValNETA}(n, \text{vp1}));$

**Función de entropía (objetivo)*

variables

Obj función objetivo;

Equations

FOBJ función objetivo;

FOBJ .. $\text{OBJ} = e = (\text{sum}((n, \text{vp1}), \text{ProbRho}(n, \text{vp1}) * \log(\text{ProbRho}(n, \text{vp1})))$
 $+ \text{sum}((n, \text{vp1}), \text{ProbNeta}(n, \text{vp1}) * \log(\text{ProbNeta}(n, \text{vp1}))))$
 $+ (\text{sum}((n, \text{vp2}, t), \text{ProbY1}(n, \text{vp2}, t) * \log(\text{ProbY1}(n, \text{vp2}, t))))$
 $+ \text{sum}((n, \text{vp2}, t), \text{ProbY2}(n, \text{vp2}, t) * \log(\text{ProbY2}(n, \text{vp2}, t)))$
 $+ \text{sum}((n, \text{vp2}, t), \text{ProbY3}(n, \text{vp2}, t) * \log(\text{ProbY3}(n, \text{vp2}, t)))$

$$+\text{sum}((n, \text{vp}2, t), \text{ProbY}4(n, \text{vp}2, t) * \log(\text{ProbY}4(n, \text{vp}2, t))) \\ +\text{sum}((n, \text{vp}2, t), \text{ProbY}5(n, \text{vp}2, t) * \log(\text{ProbY}5(n, \text{vp}2, t)));$$

===== *
===== *

*****Fijación de variables exógenas**

$$\begin{aligned} \text{ThoIva.fx}(n, t) &= \text{CS}('IVA', n, t) / (\text{sum}(m, \text{MCS}(n, m, t)) + \text{MCS}(n, "Hog", t) \\ &\quad \text{MCS}(n, "Gov", t) + \text{MCS}(n, "InvHog", t) + \text{MCS}(n, "InvGov", t) - \\ &\quad \text{MCS}(IVA', n, t)); \\ \text{ThoImpQ.fx}(n, t) &= \text{CS}('Imp', n, t) / (\text{sum}(m, \text{MCS}(m, n, t)) + \text{sum}(f, \text{MCS}(f, n, t))); \\ \text{ThoImpH.fx}(t) &= \text{CS}('Gov', 'hog', t) / \text{sum}(f, \text{MCS}('hog', f, t)); \\ \text{ThoM.fx}(n, 'Usa', t) &= \text{CS}('ArUsa', n, t) / \text{MCS}('MUsa', n, t); \\ \text{ThoM.fx}(n, 'Res', t) &= \text{CS}('ArRes', n, t) / \text{MCS}('MRes', n, t); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pdq.fx}(n, 'Usa', t) &= \text{IExp}(n, 'Usa', t); \\ \text{Pdq.fx}(n, 'Res', t) &= \text{IExp}(n, 'Res', t); \\ \text{Pas.fx}(n, 'Usa', t) &= \text{IImp}(n, 'Usa', t); \\ \text{Pas.fx}(n, 'Res', t) &= \text{IImp}(n, 'Res', t); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{C.fx}(n, 'gov', t) &= \text{CS}(n, 'gov', t); \\ \text{V.fx}(n, 'hog', t) &= \text{CS}(n, 'InvHog', t); \\ \text{V.fx}(n, 'gov', t) &= \text{CS}(n, 'InvGov', t); \\ \text{FF.fx}(f, t) &= \text{CS}('hog', f, t); \end{aligned}$$

===== *
===== *

*****Restricciones a las variables de la calibración**

Scalars

$$\begin{aligned} \text{LI} &\quad \text{imite inferior de las variables} \\ \text{LS} &\quad \text{imite superior de las variables;} \\ \text{LI=} &\quad .000001; \\ \text{LS=} &\quad 1; \end{aligned}$$

variables directrices del sistema

$$\begin{aligned} \text{S.lo}(n, t) &= \text{I}; \\ \text{Q.lo}(n, t) &= \text{I}; \\ \text{Pq.lo}(n, t) &= \text{I}; \\ \text{Ps.lo}(n, t) &= \text{I}; \\ \text{Pvab.lo}(n, t) &= \text{I}; \\ \text{Pvaf.lo}(n, t) &= \text{I}; \\ \text{W.lo}(f, t) &= \text{I}; \\ \text{Ing.lo}(i, t) &= \text{I}; \end{aligned}$$

UImp.lo(t)= LI;
 UIva.lo(t)= LI;
 UArUsa.lo(t)= LI;
 UArRes.lo(t)= LI;

Variables secundarias del sistema

C.lo(n,'Hog',t)= LI;
 x.lo(m,n,t)= 0;
 FC.lo(n,f,t)= LI;
 VAB.lo(n,t)= LI;
 VAF.lo(n,t)= LI;
 DQ.lo(n,r,t)= LI;
 AS.lo(n,r,t)= LI;
 Uh.lo(t)= LI;
 Vh.lo(t)= LI;
 Vg.lo(t)= LI;
 Pdq.lo(n,'dom',t)= LI;
 Pas.lo(n,'dom',t)= LI;

Variables objetivo

Y1.lo(n,t)= ValY1(n,'v1',t);
 Y2.lo(n,t)= ValY2(n,'v1',t);
 Y3.lo(n,t)= ValY3(n,'v1',t);
 Y4.lo(n,t)= ValY3(n,'v1',t);
 Y5.lo(n,t)= ValY3(n,'v1',t);
 Y1.up(n,t)= ValY1(n,'v5',t);
 Y2.up(n,t)= ValY2(n,'v5',t);
 Y3.up(n,t)= ValY3(n,'v5',t);
 Y4.up(n,t)= ValY3(n,'v5',t);
 Y5.up(n,t)= ValY3(n,'v5',t);

Parámetros de elasticidad

rho.lo(n)= ValRHO(n,'v1');
 rho.up(n)= ValRHO(n,'v3');
 neta.lo(n)= ValNETA(n,'v1');
 neta.up(n)= ValNETA(n,'v3');

Coeficientes de distribución

Delta_Q.lo(n,r)= LI;
 Delta_S.lo(n,r)= LI;
 Delta_Q.up(n,r)= LS;

Delta_S.up(n,r)= LS;
 Gamma_Q.lo(n)= LI;
 Gamma_S.lo(n)= LI;

**Funciones de probabilidad*

ProbY1.lo(n,vp2,t)= LI;
 ProbY2.lo(n,vp2,t)= LI;
 ProbY3.lo(n,vp2,t)= LI;
 ProbY4.lo(n,vp2,t)= LI;
 ProbY5.lo(n,vp2,t)= LI;
 ProbY1.up(n,vp2,t)= LS;
 ProbY2.up(n,vp2,t)= LS;
 ProbY3.up(n,vp2,t)= LS;
 ProbY4.up(n,vp2,t)= LS;
 ProbY5.up(n,vp2,t)= LS;
 ProbRho.lo(n,vp1)= LI;
 ProbNeta.lo(n,vp1)= LI;
 ProbRho.up(n,vp1)= LS;
 ProbNeta.up(n,vp1)= LS;
 obj.up= -0.0001;

****Inicialización de Variables**

Scalar VI Valores iniciales de las variables;

VI= 1.2;

Variables directrices de la inicialización

S.l(n,t)= sum(m,MCS(n,m,'2001'))+MCS(n,"Hog",'2001')
 +MCS(n,"Gov",'2001')+MCS(n,"InvHog",'2001')+MCS
 (n,"InvGov",'2001');

Q.l(n,t)= sum(m,MCS(m,n,'2001'))+sum(f,MCS(f,n,'2001'))
 +MCS('gov','Imp','2001');

Pq.l(n,t)= VI;

Ps.l(n,t)= VI;

Pvab.l(n,t)= VI;

Pvaf.l(n,t)= VI;

W.l(f,t)= VI;

Variables Objetivo

Y1.l(n,t)= ValY1(n,'v3',t);

Y2.l(n,t)= ValY2(n,'v3',t);

$$\begin{aligned} Y3.l(n,t) &= \text{Val}Y3(n,'v3',t); \\ Y4.l(n,t) &= \text{Val}Y3(n,'v3',t); \\ Y5.l(n,t) &= \text{Val}Y3(n,'v3',t); \end{aligned}$$

Parámetros de elasticidad

$$\begin{aligned} \text{ProbRho.l}(n, \text{vp1}) &= 0.25; \\ \text{ProbNeta.l}(n, \text{vp1}) &= 0.25; \\ \text{Rho.l}(n) &= \text{sum}(\text{vp1}, \text{ProbRho.l}(n, \text{vp1}) * \text{ValRHO}(n, \text{vp1})); \\ \text{Neta.l}(n) &= \text{sum}(\text{vp1}, \text{ProbNeta.l}(n, \text{vp1}) * \text{ValNETA}(n, \text{vp1})); \end{aligned}$$

Coeficientes de distribución

$$\begin{aligned} \text{Delta_Q.l}(n,r) &= (\text{C_DQ}(n,r) ** (\text{neta.l}(n)+1)) / \\ &(\text{sum}(rc, \text{C_DQ}(n,rc) ** (\text{neta.l}(n)+1))); \\ \text{Gamma_Q.l}(n) &= \text{C_Q}(n) * \text{sum}(rc, \text{Delta_Q.l}(n,rc) * \text{C_DQ}(n,rc) ** \\ &(-\text{neta.l}(n))) ** (1/\text{neta.l}(n)); \\ \text{Delta_S.l}(n,r) &= (\text{C_AS}(n,r) ** (\text{rho.l}(n)+1)) / \\ &(\text{sum}(rc, \text{C_AS}(n,rc) ** (\text{rho.l}(n)+1))); \\ \text{Gamma_S.l}(n) &= (\text{C_S}(n) * \text{sum}(rc, \text{Delta_S.l}(n,rc) * \text{C_AS}(n,rc) ** \\ &(-\text{rho.l}(n))) ** (1/\text{rho.l}(n))) \$ (\text{abs}(\text{rho.l}(n)) > 0.0001) + \\ &(\text{C_S}(n) * \text{prod}(rc, \text{C_AS}(n,rc) ** (-\text{Delta_S.l}(n,rc)))) \\ &\$ (\text{abs}(\text{rho.l}(n)) \leq 0.0001); \end{aligned}$$

Desagregación de la producción y agregación de la oferta

$$\begin{aligned} \text{DQ.l}(n,r,t) &= (\text{Q.l}(n,t) / \text{Gamma_Q.l}(n)) \\ &* (\text{Delta_Q.l}(n,r) / \text{Pdq.l}(n,r,t)) ** (1/(\text{neta.l}(n)+1)) \\ &* \text{sum}(rc, (\text{Pdq.l}(n,rc,t) ** (\text{neta.l}(n)/(\text{neta.l}(n)+1))) \\ &* \text{Delta_Q.l}(n,rc) ** (1/(\text{neta.l}(n)+1))) ** (1/\text{neta.l}(n)); \\ \text{AS.l}(n,r,t) &= ((\text{S.l}(n,t) / \text{Gamma_S.l}(n)) \\ &* (\text{Delta_S.l}(n,r) / \text{Pas.l}(n,r,t)) ** (1/(\text{rho.l}(n)+1)) \\ &* \text{sum}(rc, (\text{Pas.l}(n,rc,t) ** (\text{rho.l}(n)/(\text{rho.l}(n)+1))) \\ &* \text{Delta_S.l}(n,rc) ** (1/(\text{rho.l}(n)+1))) ** (1/\text{rho.l}(n))) \\ &\$ (\text{abs}(\text{rho.l}(n)) > 0.0001) + ((\text{S.l}(n,t) / \text{Gamma_S.l}(n)) \\ &* (\text{Delta_S.l}(n,r) / \text{Pas.l}(n,r,t)) * \text{prod}(rc, (\text{Pas.l}(n,rc,t) \\ &/ \text{Delta_S.l}(n,rc)) ** \text{Delta_S.l}(n,rc))) \$ (\text{abs}(\text{rho.l}(n)) \leq 0.0001); \end{aligned}$$

Demás variables de la calibración

$$\begin{aligned} \text{Q.l}(n,t) &= \text{sum}(r, \text{Pdq.l}(n,r,t) * \text{DQ.l}(n,r,t)) / \text{Pq.l}(n,t); \\ \text{S.l}(n,t) &= \text{sum}(r, (1 + \text{ThoIva.l}(n,t)) * \text{Pas.l}(n,r,t) * \text{AS.l}(n,r,t)) / \text{Ps.l}(n,t); \\ \text{Ing.l}('hog',t) &= \text{sum}(f, \text{W.l}(f,t) * \text{FF.l}(f,t)); \\ \text{Uh.l}(t) &= \text{ThoImpH.l}(t) * \text{Ing.l}('hog',t); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Vh.l(t) &= \text{sum}(n, Ps.l(n,t) * V.l(n, 'hog', t)); \\
 C.l(n, 'hog', t) &= \text{Teta}(n) * (\text{Ing}.l('hog', t) - Uh.l(t) - Vh.l(t)) / Ps.l(n,t); \\
 UImp.l(t) &= \text{sum}(n, \text{ThoImpQ}.l(n,t) * Pq.l(n,t) * Q.l(n,t) / (1 + \text{ThoImpQ}.l(n,t))); \\
 Uiva.l(t) &= \text{sum}(n, \text{ThoIva}.l(n,t) * Ps.l(n,t) * S.l(n,t) / (1 + \text{ThoIva}.l(n,t))); \\
 UArUsa.l(t) &= \text{sum}(n, \text{ThoM}.l(n, 'Usa', t) * Pas.l(n, 'Usa', t) * AS.l(n, 'Usa', t) \\
 &\quad / (1 + \text{ThoM}.l(n, 'Usa', t))); \\
 UArRes.l(t) &= \text{sum}(n, \text{ThoM}.l(n, 'Res', t) * Pas.l(n, 'Res', t) * AS.l(n, 'Res', t) \\
 &\quad / (1 + \text{ThoM}.l(n, 'Res', t))); \\
 Vg.l(t) &= \text{sum}(n, Ps.l(n,t) * V.l(n, 'gov', t)); \\
 \text{Ing}.l('gov', t) &= Ps.l('B9', t) * C.l('B9', 'gov', t) + Vg.l(t); \\
 \text{PRES}.l(t) &= \text{Ing}.l('gov', t) - Uh.l(t) - UImp.l(t) - Uiva.l(t) - UArUsa.l(t) \\
 &\quad - UArRes.l(t); \\
 VAB.l(n,t) &= bn(n) * Q.l(n,t); \\
 VAF.l(n,t) &= \text{fac}(n) * Q.l(n,t); \\
 x.l(m,n,t) &= \text{Gamma}(m,n) * VAB.l(n,t); \\
 VAB.l(n,t) &= \text{sum}(m, Ps.l(m,t) * x.l(m,n,t)) / Pvab.l(n,t); \\
 FC.l(n, 'L', t) &= (VAF.l(n,t) / \text{Beta}(n)) * ((\text{Alfa}(n) * W.l('K', t)) \\
 &\quad / ((1 - \text{Alfa}(n)) * W.l('L', t))) ** (1 - \text{Alfa}(n)); \\
 FC.l(n, 'K', t) &= (VAF.l(n,t) / \text{Beta}(n)) * ((\text{Alfa}(n) * W.l('K', t)) / ((1 - \\
 &\quad \text{Alfa}(n)) * W.l('K', t))) ** (-\text{Alfa}(n)); \\
 VAF.l(n,t) &= \text{sum}(f, W.l(f,t) * FC.l(n,f,t)) / Pvaf.l(n,t); \\
 VAB.l(n,t) &= \text{sum}(m, Ps.l(m,t) * x.l(m,n,t)) / Pvab.l(n,t); \\
 Q.l(n,t) &= (1 + \text{ThoImpQ}.l(n,t)) * (Pvab.l(n,t) * VAB.l(n,t) + Pvaf.l(n,t) * VAF.l(n,t)) / Pq.l(n,t); \\
 S.l(n,t) &= \text{sum}(i, C.l(n,i,t)) + \text{sum}(i, V.l(n,i,t)) + \text{sum}(m, x.l(m,n,t));
 \end{aligned}$$

Funciones de probabilidad

$$\begin{aligned}
 \text{ProbY1}.l(n, vp2, t) &= 0.15; \\
 \text{ProbY2}.l(n, vp2, t) &= 0.15; \\
 \text{ProbY3}.l(n, vp2, t) &= 0.15; \\
 \text{ProbY4}.l(n, vp2, t) &= 0.15; \\
 \text{ProbY5}.l(n, vp2, t) &= 0.15;
 \end{aligned}$$

Función objetivo

$$\begin{aligned}
 \text{OBJ}.l &= (\text{sum}((n, vp1), \text{ProbRho}.l(n, vp1) * \log(\text{ProbRho}.l(n, vp1))) \\
 &\quad + \text{sum}((n, vp1), \text{ProbNeta}.l(n, vp1) * \log(\text{ProbNeta}.l(n, vp1))))
 \end{aligned}$$

```

+(sum((n,vp2,t),ProbY1.l(n,vp2,t)*log(ProbY1.l(n,vp2,t)))
+sum((n,vp2,t),ProbY2.l(n,vp2,t)*log(ProbY2.l(n,vp2,t)))
+sum((n,vp2,t),ProbY3.l(n,vp2,t)*log(ProbY3.l(n,vp2,t)))
+sum((n,vp2,t),ProbY4.l(n,vp2,t)*log(ProbY4.l(n,vp2,t)))
+sum((n,vp2,t),ProbY5.l(n,vp2,t)*log(ProbY5.l(n,vp2,t)));

```

*=====

=====*

****Solución del problema de calibración**

Model Calibra /all/;

options limrow= 0,limcol=0,solprint=off,optca=100000,iterlim=1 00000000;

option NLP = CONOPT 3;

option decimals= 8;

file conopt /conopt.opt/;

put conopt;

put 'Rtnwmi 0.0001'/;

put 'lsters t'/;

put 'lslack t'/;

putclose conopt;

calibra.optfile= 1;

Solve Calibra using NLP minimizng obj;

*=====

=====*

******Salida del programa**

Probabilidades de los parámetros

file PRO /PRO.xls/;

PRO.pc=6;

put PRO;

put 'Probabilidades de los valores RHO/NETA'/;

put ", 'RHO1', 'RHO2', 'RHO3', 'NETA1', 'NETA2', 'NETA3'/;

loop(n,put n.tl, loop(vp1,put (100*ProbRho.l(n,vp1)))

loop(vp1,put (100*ProbNETA.l(n,vp1))) put /);

putclose;

Flujos económicos agregados

file ATVO /ATVO.xls/;

ATVO.pc=6;

put ATVO;

put 'Análisis temporal de las variables objetivo'/;

```

Put ", 'Total PIB real', 'Total PIB predecido', 'Total Producción real', 'Total
Producción predecido', 'Total Consumo real', 'Total Consumo predecido', 'Total
Importaciones real', 'Total Importaciones predecido', 'Total Exportaciones real', 'Total
Exportaciones predecido'/;

```

```

loop(t, put t.tl,

```

```

sum(n, sum(f, MCS(f, n, t)) + MCS('Imp', n, t) + MCS('IVA', n, t) + MCS('ArUsa', n, t) + MCS(
'ArRes', n, t)),

```

```

sum(n, sum(f, w.l(f, t) * FC.l(n, f, t)) + (ThoImpQ.l(n, t) * Pq.l(n, t) * Q.l(n, t) / (1 + ThoImpQ.l(
n, t))) +

```

```

(ThoIVA.l(n, t) * Ps.l(n, t) * S.l(n, t) / (1 + ThoIVA.l(n, t))) +

```

```

(ThoM.l(n, 'Usa', t) * Pas.l(n, 'Usa', t) * AS.l(n, 'Usa', t) / (1 + ThoM.l(n, 'Usa', t))) +

```

```

(ThoM.l(n, 'Res', t) * Pas.l(n, 'Res', t) * AS.l(n, 'Res', t) / (1 + ThoM.l(n, 'Res', t))),

```

```

sum(m, sum(n, MCS(n, m, t)) + sum(f, MCS(f, m, t)) + MCS('Imp', m, t)),

```

```

sum(n, Pq.l(n, t) * Q.l(n, t)),

```

```

sum(m, sum(n, MCS(m, n, t)) + MCS(m, 'Hog', t) + MCS(m, 'Gov', t) +

```

```

MCS(m, 'InvHog', t) + MCS(m, 'InvGov', t)),

```

```

sum(n, Ps.l(n, t) * S.l(n, t)),

```

```

sum(n, MCS('MUsa', n, t) + MCS('MRes', n, t) + MCS('ArUsa', n, t) + MCS('ArRes', n, t)),

```

```

sum(n, Pas.l(n, 'Usa', t) * AS.l(n, 'Usa', t) + Pas.l(n, 'Res', t) * AS.l(n, 'Res', t)),

```

```

sum(n, MCS(n, 'EUsa', t) + MCS(n, 'ERes', t)),

```

```

sum(n, Pdq.l(n, 'Usa', t) * Dq.l(n, 'Usa', t) + Pdq.l(n, 'Res', t) * Dq.l(n, 'Res', t));

```

Estimaciones de los parámetros

```

file ELAS /ELAS.xls;

```

```

ELAS.pc=6;

```

```

put ELAS;

```

```

put ", 'RHO', 'NETA'";

```

```

loop(n, put n.tl, rho.l(n), neta.l(n));

```

```

putclose ;

```

E.2 Código fuente para la simulación del modelo EGC

```

set f factores /L,K/

```

```

n industrias o sectores productivos /B1*B9/

```

```

r destinos Desagregación Producción y agregación oferta en general
/Dom,Usa,Res/

```

i instituciones /hog.gov/;

alias(n,m)

alias(r,rc);

=====
 ===== *

*****Lectura de datos**

table MCS(*,*) Matriz de Contabilidad Social

*\$call="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"

I="C:\Programa\MCS1\MCS.xls" O="C:\Programa\MCS1\MCS.inc"

R="hoja1!A1:V21"

\$include "C:\Programa\MCS1\MCS.inc";

table ELAS(*,*) Elasticidades CES y CET

*\$call="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"

I="C:\Programa\MCS1\ELAS.xls" O="C:\Programa\MCS1\ELAS.inc"

R="hoja1!A1:C10"

\$include "C:\Programa\MCS1\ELAS.inc";

table ARE(*,*) Aranceles por exportación

*\$call="c:\Archivos de Programa\Gams21.3\wtools\xls2gms"

I="C:\Programa\MCS1\ARE.xls" O="C:\Programa\MCS1\ARE.inc"

R="hoja1!A1:C10"

\$include "C:\Programa\MCS1\ARE.inc";

=====
 ===== *

*****COEFICIENTES DEL MODELO**

parameters

variables necesarias

C_VAB(n) Valor agregado en bienes

C_VAF(n) Valor agregado en factores

C_Q(n) Producción nacional

C_S(n) Oferta Nacional

valores exógenos

C_ThoIva(n) Tasa IVA

C_ThoImpQ(n) Tasa de impuestos sobre la producción

C_ThoImpH Tasa de impuestos del hogar

C_Pdqf(n,r) Precios en la desagregación de la producción

C_Pasf(n,r) Precios en la agregación de la oferta

C_ThoM(n,r) Tasa arancelaria por importaciones
 C_ThoE(n,r) Tasa arancelaria por exportaciones

Parámetros estimados

rho(n) Constante de elasticidad de sustitución (CES)
 neta(n) Constante de transformación técnica (CET)

coeficientes de eficiencia y distribución

Teta(n) Coeficientes de distribución en el consumo del hogar
 bn(n) Coeficiente de distribución en el consumo del VAB
 fac(n) Coeficiente de distribución en el consumo del VAF
 Gamma(m,n) Coeficientes de distribución en el consumo del sector privado
 Alfa(n) Coeficientes de distribución en la agregación de factores de
 producción
 Beta(n) Eficiencia en la agregación de factores de producción
 C_DQ(n,r) Desagregación de la producción
 Delta_Q(n,r) Coeficientes de distribución en la desagregación de la producción
 Gamma_Q(n) Eficiencia en la desagregación de la producción
 C_AS(n,r) Agregación de la oferta
 Delta_S(n,r) Coeficientes de distribución en la agregación de la oferta
 Gamma_S(n) Eficiencia en la agregación de la oferta;

*=====

******Calibración del modelo EGC**

C_VAB(n)= sum(m,MCS(m,n));
 C_VAF(n)= sum(f,MCS(f,n));
 C_Q(n)= C_VAB(n)+C_VAF(n)+MCS('imp',n);
 C_S(n)= sum(m,MCS(n,m))+MCS(n,"Hog")+MCS(n,"Gov")
 +MCS(n,"InvHog")+MCS(n,"InvGov");
 *C_Q(n)-MCS(n,'EUsa')-MCS(n,'ERes')+
 MCS('MUsa',n)+MCS('MRes',n)+MCS('ArUsa',n)
 +MCS('ArRes',n)
 C_ThoIva(n)= MCS('IVA',n)/(C_S(n)-MCS('IVA',n));
 C_ThoImpQ(n)= MCS('Imp',n)/(C_VAB(n)+C_VAF(n));
 C_ThoImpH= MCS('Gov','hog')/sum(f,MCS('hog',f));
 C_ThoM(n,'Usa')= MCS('ArUsa',n)/MCS('MUsa',n);
 C_ThoM(n,'Res')= MCS('ArRes',n)/MCS('MRes',n);
 C_ThoE(n,'Usa')= ARE(n,'usa');
 C_ThoE(n,'Res')= ARE(n,'res');

```

C_Pasf(n,r)=      1/(1+C_ThoM(n,r));
C_Pdqf(n,r)=      1+C_ThoE(n,r);

rho(n)=           Elas(n,'rho');
neta(n)=          Elas(n,'neta');

Teta(n)=          MCS(n,"Hog")/(sum(f,MCS('hog',f))-MCS('gov','hog')
                    -MCS('inv','hog'));
bn(n)=            C_VAB(n)/C_Q(n);
Gamma(m,n)=      MCS(m,n)/C_VAB(n);
fac(n)=           C_VAF(n)/C_Q(n);
Alfa(n)=          MCS("L",n)/(MCS('L',n)+MCS('K',n));
Beta(n)=          C_VAF(n) * MCS("L",n)**(-Alfa(n)) * MCS("K",n)
                    **(-Alfa(n)-1);

C_DQ(n,'Usa')=   MCS(n,"EUsa");
C_DQ(n,'Res')=   MCS(n,"ERes");
C_DQ(n,'Dom')=   C_Q(n)-C_DQ(n,"Usa")-C_DQ(n,'Res');
Delta_Q(n,r)=    (C_DQ(n,r)**(neta(n)+1))/(sum(rc,C_DQ(n,rc)
                    **(-neta(n)+1)));
Gamma_Q(n)=      C_Q(n) * sum(rc,Delta_Q(n,rc)*C_DQ(n,rc)
                    **(-neta(n))**(1/neta(n)));

C_AS(n,'Usa')=   MCS('MUsa',n)+MCS('ArUsa',n);
C_AS(n,'Res')=   MCS('MRes',n)+MCS('ArRes',n);
C_AS(n,'Dom')=   (1/(1+C_ThoIva(n)))*C_S(n)-C_AS(n,'Usa')-C_AS(n,'Res');
Delta_S(n,r)=    (C_AS(n,r)**(rho(n)+1))/(sum(rc,C_AS(n,rc)**(rho(n)+1)));
Gamma_S(n)=      C_S(n) * sum(rc,Delta_S(n,rc)*C_AS(n,rc)
                    **(-rho(n))**(1/rho(n)));
    
```

*****Definición de las variables del modelo*

Variables

variables directrices del sistema

S(n)	Oferta nacional de bienes
Q(n)	Producción nacional de bienes
Pq(n)	Precio de producción nacional
Ps(n)	Precio de oferta nacional de bienes
Pvab(n)	Precio de elaboración del VAB
Pvaf(n)	Precio de elaboración del VAF

W(f)	Precio en el mercado de los factores
Ing(i)	Ingreso total de la institución i
UImp	Ingreso del gobierno por parte de impuestos
UIva	Ingreso del gobierno por parte de IVA
UArUsa	Ingreso del gobierno por parte de aranceles de importación de USA
UArRes	Ingreso del gobierno por parte de aranceles de importación de RES

variables secundarias del sistema

C(n,i)	Demanda de las instituciones
x(m,n)	Demanda del sector privado por parte de bienes
FC(n,f)	Demanda del sector privado por parte de factores
VAB(n)	Demanda en el valor agregado en bienes
VAF(n)	Demanda en el valor agregado de factores
DQ(n,r)	Demanda de producción por destino
AS(n,r)	Oferta de bienes por destino
Uh	Gasto de los hogares en el gobierno
Vh	Inversiones y ahorro de hogares
Vg	Inversiones y ahorro del gobierno
PRES	Transferencias entre el gobierno y el sector externo

variables exógenas del sistema

ThoIva(n)	Tasa IVA
ThoImpQ(n)	Tasa impuestos sobre la producción
ThoImpH	Tasa de impuestos hogar
ThoM(n,r)	Tasa arrancelaria por importaciones
ThoE(n,r)	Tasa arrancelaria por exportaciones
Pdq(n,r)	Precios en la desagregación de la producción
Pas(n,r)	Precios en la agregación de la oferta
Pdqf(n,r)	Precios del bien exportado en el mercado extranjero
Pasf(n,r)	Precios del bien importado en el mercado extranjero
V(n,i)	Inversiones de las instituciones
FF(f)	Oferta total de factores por parte del consumidor (exogena);

=====

=====*

******Ecuaciones de variables exógenas**

Equations	
FPEUSA(n)	Fijación de precios de exportación USA

FPERES(n) Fijación de precios de exportación RES
 FPIUSA(n) Fijación de precios de importación
 FPIRES(n) Fijación de precios de importación;

 FPEUSA(n) .. $Pdq(n, 'Usa') = e = Pdqf(n, 'Usa') / (1 + ThoE(n, 'Usa'))$;
 FPERES(n) .. $Pdq(n, 'Res') = e = Pdqf(n, 'Res') / (1 + ThoE(n, 'Res'))$;
 FPIUSA(n) .. $Pas(n, 'Usa') = e = Pasf(n, 'Usa') * (1 + ThoM(n, 'Usa'))$;
 FPIRES(n) .. $Pas(n, 'Res') = e = Pasf(n, 'Res') * (1 + ThoM(n, 'Res'))$;

=====

=====*

*****Ecuaciones de comportamiento de los agentes*

Equations

DHOG(n) Demanda de los hogares
 DGOV Demanda del gobierno
 DSPB(m,n) Demanda del sector privado por parte de bienes
 DSPL(n) Demanda del sector privado por parte de labor
 DSPK(n) Demanda del sector privado por parte de capital
 DVAB(n) Demanda en el valor agregado en bienes
 DVAF(n) Demanda en el valor agregado de factores
 DQD(n,r) Demanda de producción por destino
 ASD(n,r) Oferta de bienes por destino;

 DHOG(n) .. $C(n, 'hog') = e = Teta(n) * (Ing('hog') - Uh - Vh) / Ps(n)$;
 DGOV .. $Ps('B9') * C('B9', 'gov') = e = Ing('gov') - Vg$;
 DSPB(m,n) .. $x(m,n) = e = Gamma(m,n) * VAB(n)$;
 DSPL(n) .. $FC(n, 'L') = e = (VAF(n) / Beta(n)) * ((Alfa(n) * W('K')) / ((1 - Alfa(n)) * W('L'))) ** (1 - Alfa(n))$;
 DSPK(n) .. $FC(n, 'K') = e = (VAF(n) / Beta(n)) * ((Alfa(n) * W('K')) / ((1 - Alfa(n)) * W('K'))) ** (-Alfa(n))$;
 DVAB(n) .. $VAB(n) = e = bn(n) * Q(n)$;
 DVAF(n) .. $VAF(n) = e = fac(n) * Q(n)$;
 DQD(n,r) .. $DQ(n,r) = e = (Q(n) / Gamma_Q(n)) * (Delta_Q(n,r) / Pdq(n,r)) ** (1 / (neta(n) + 1)) * sum(rc, (Pdq(n,rc)) ** (neta(n) / (neta(n) + 1))) * Delta_Q(n,rc) ** (1 / (neta(n) + 1)) ** (1 / neta(n))$;
 ASD(n,r) .. $AS(n,r) = e = (S(n) / Gamma_S(n)) * (Delta_S(n,r) / Pas(n,r)) ** (1 / (rho(n) + 1)) * sum(rc, (Pas(n,rc)) ** (rho(n) / (rho(n) + 1))) * Delta_S(n,rc) ** (1 / (rho(n) + 1)) ** (1 / rho(n))$;

=====

=====*

*****Ecuaciones de Balance*

Equations	
IHOG	Ingreso total de los hogares
PIHOG	Pago de impuestos de los hogares
INVHOG	Inversiones del hogar
IGOV	Ingreso neto del gobierno
IIMP	Ingreso del gobierno por parte de impuestos
IIVA	Ingreso del gobierno por parte de IVA
IARUSA	Ingreso del gobierno por parte de aranceles de importación de
USA	
IARRES	Ingreso del gobierno por parte de aranceles de importación de
USA	
INVGGOV	Inversiones del gobierno
CGEVAB(n)	Cero ganancia en la elaboración de VAB
CGEVAF(n)	Cero ganancia en la elaboración de VAF
CGPB(n)	Cero ganancia en la producción de bienes
CGDQ(n)	Cero ganancia en la desagregación de la producción
CGAS(n)	Cero ganancia en la agregación de la oferta;
IHOG ..	$Ing('hog')=e=\sum(f,W(f)*FF(f));$
PIHOG ..	$Uh=e=ThoImpH*Ing('hog');$
INVHOG ..	$Vh=e=\sum(n,Ps(n)*V(n,'hog'));$
IGOV ..	$Ing('gov')=e=Uh+UImp+UIva+UArUsa+UArRes+PRES;$
IIMP ..	$Uimp=e=\sum(n,ThoImpQ(n)*Pq(n)*Q(n)/(1+ThoImpQ(n)));$
IIVA ..	$Uiva=e=\sum(n,ThoIva(n)*Ps(n)*S(n)/(1+ThoIva(n)));$
IARUSA ..	$UArUsa=e=\sum(n,ThoM(n,'Usa')*Pas(n,'Usa')*AS(n,'Usa') / (1+ThoM(n,'Usa')));$
IARRES ..	$UArRes=e=\sum(n,ThoM(n,'Res')*Pas(n,'Res')*AS(n,'Res') / (1+ThoM(n,'Res')));$
INVGGOV ..	$Vg=e=\sum(n,Ps(n)*V(n,'gov'));$
CGEVAB(n)..	$Pvab(n)*VAB(n)=e=\sum(m,Ps(m)*x(m,n));$
CGEVAF(n)..	$Pvaf(n)*VAF(n)=e=\sum(f,W(f)*FC(n,f));$
CGPB(n) ..	$Pq(n)*Q(n)=e=(1+ThoImpQ(n))*(Pvab(n)*VAB(n)+Pvaf(n)*VAF(n));$
CGDQ(n) ..	$Pq(n)*Q(n)=e=\sum(r,Pdq(n,r)*DQ(n,r));$
CGAS(n) ..	$Ps(n)*S(n)=e=\sum(r,(1+ThoIva(n))*Pas(n,r)*AS(n,r));$
*=====	
=====*	
**** <i>Ecuaciones de Equilibrio</i> *	

Equations

CMB(n) Compensación del mercado de bienes
 CMF(f) Compensación del mercado de factores;

CMB(n) .. $S(n)=e=\text{sum}(i,C(n,i))+\text{sum}(i,V(n,i))+\text{sum}(m,x(n,m));$
 CMF(f) .. $FF(f)=e=\text{sum}(n,FC(n,f));$

*=====

=====
 *****Consideraciones adicionales*

Equations

VD(n) Variedades domesticas iguales
 IPVD(n) Igualdad de precios variedad domestica;

VD(n) .. $DQ(n,"Dom")=e=AS(n,"Dom");$
 IPVD(n) .. $Pdq(n,"Dom")=e=Pas(n,"Dom");$

*=====

=====
 *****Restricciones a las variables del modelo EGC*

Scalars

LI Limite inferior de las variables
 LS Limite superior de las variables;
 LI= 0.000001;
 LS= 1;

variables directrices del sistema

S.lo(n)= LI;
 Q.lo(n)= LI;
 Pq.lo(n)= LI;
 Ps.lo(n)= LI;
 Pvab.lo(n)= LI;
 Pvaf.lo(n)= LI;
 W.lo(f)= LI;
 Ing.lo(i)= LI;
 UImp.lo= 0;
 UIva.lo= 0;
 UArUsa.lo= 0;
 UArRes.lo= 0;

variables secundarias del sistema

C.lo(n,'Hog')= LI;
 x.lo(m,n)= 0;
 FC.lo(n,f)= LI;
 VAB.lo(n)= LI;
 VAF.lo(n)= LI;
 DQ.lo(n,r)= LI;
 AS.lo(n,r)= LI;
 Uh.lo= LI;
 Vh.lo= LI;
 Vg.lo= LI;

*=====

=====*****Valores iniciales de las variables*

Scalar VI Valores iniciales de las variables;

VI= 1;

Variables directrices del sistema

S.l(n)= C_S(n);
 Q.l(n)= C_Q(n);
 Pq.l(n)= VI;
 Ps.l(n)= VI;
 Pvab.l(n)= VI;
 Pvaf.l(n)= VI;
 W.l(f)= VI;
 Ing.l('hog')= sum(f,MCS('hog',f));
 Ing.l('gov')= MCS('gov','hog')+MCS('gov','Imp')+MCS('gov','IVA')
 +MCS('gov','ArUsa')+MCS('gov','ArRes');
 UImp.l= MCS('gov','Imp');
 UIva.l= MCS('gov','IVA');
 UArUsa.l= MCS('gov','ArUsa');
 UArRes.l= MCS('gov','ArRes');

variables secundarias del sistema

C.l(n,'hog')= MCS(n,"Hog");
 C.l(n,'gov')= MCS(n,"gov");
 x.l(m,n)= MCS(m,n);
 FC.l(n,f)= MCS(f,n);
 VAB.l(n)= C_VAB(n);
 VAF.l(n)= C_VAF(n);

DQ.l(n,r)= C_DQ(n,r);
 AS.l(n,r)= C_AS(n,r);

Pdq.l(n,r)= 1;
 Pas.l(n,r)= 1;

=====

=====
 *****Simulación de escenarios (fijación de parámetros exógenos)*

ThoIva.fx(n)= C_ThoIva(n);
 ThoImpQ.fx(n)= C_ThoImpQ(n);
 ThoImpH.fx= C_ThoImpH;

Pdqf.fx(n,'Usa')= C_Pdqf(n,'Usa');
 Pasf.fx(n,'Usa')= C_Pasf(n,'Usa');
 ThoE.fx(n,'Usa')= 0;
 ThoM.fx(n,'Usa')= 0;

Pdqf.fx(n,'Res')= C_Pdqf(n,'Res');
 Pasf.fx(n,'Res')= C_Pasf(n,'Res');
 ThoE.fx(n,'Res')= C_ThoE(n,'Res');
 ThoM.fx(n,'Res')= C_ThoM(n,'Res');

C.fx(n,'gov')= MCS(n,'gov');
 V.fx(n,'hog')= MCS(n,'InvHog');
 V.fx(n,'gov')= MCS(n,'InvGov');
 FF.fx(f)= MCS('hog',f);
 display ThoIva.l, ThoImpQ.l, ThoImpH.l;

=====

=====
 *****Verificación del equilibrio benchmark y simulación de equilibrios
 con fractuales*

Model MEGC1 /all/;
 options limrow= 0,limcol=0,solprint=off, bratio=0.1, optca=0.0001;
 option decimals= 5;
 Solve MEGC1 using CNS;

=====

=====
 *****Salida del programa*

MCS contractual

```

VI= sum(n,Pasf.l(n,'Usa')*AS.l(n,'Usa')Pdq.l(n,'Usa')
      *Dq.l(n,'Usa'))/sum(n,Pasf.l(n,'Usa')*AS.l(n,'Usa')
      +Pasf.l(n,'Res')*AS.l(n,'Res')-Pdq.l(n,'Usa')*Dq.l(n,'Usa')
      -Pdq.l(n,'Res')*Dq.l(n,'Res'));file MCSR /MCSR.xls/;
MCSR.pc= 6;
put MCSR;
put 'Matriz de Contabilidad Social Contractual.';
put ";
loop(n,put n.tl);
loop(f,put f.tl)
put 'Hog','Gov','InvHog','InvGov','Imp','IVA','ArUsa','ArRes','EUsa','ERes';
loop(m, put m.tl, loop(n,put(Ps.l(m)*x.l(m,n))) put
",,(Ps.l(m)*C.l(m,'hog')),(Ps.l(m)*C.l(m,'gov')),(Ps.l(m)*V.l(m,'hog')),(Ps.l(m)*V.l(
m,'gov'))",",",,(Pdq.l(m,'Usa')*Dq.l(m,'Usa')),(Pdq.l(m,'Res')*Dq.l(m,'Res')));
put 'L';
loop(n,put (W.l('l')*FC.l(n,'l')));
put/;
put 'K';
loop(n,put (W.l('k')*FC.l(n,'k')));
put/;
put 'Hog';
loop(n,put "");
loop(f,put (W.l(f)*FF.l(f)))
put/;
put 'Gov';
loop(n,put "");
loop(f,put "");
put Uh.l,"",",,UImp.l,Uiva.l,UArUsa.l,UArRes.l,(VI*Pres.l),((1-VI)*Pres.l) /;
put 'Inv';
loop(n,put "");
loop(f,put "");
put Vh.l,Vg.l/;
put 'Imp';
loop(n, put (ThoIMPQ.l(n)*Pq.l(n)*Q.l(n)/(1+ThoIMPQ.l(n))));
put /;
put 'IVA';
loop(n, put (ThoIva.l(n)*Ps.l(n)*S.l(n)/(1+ThoIva.l(n))));
put /;
put 'ARUsa';
loop(n,put (ThoM.l(n,'Usa')*Pas.l(n,'Usa')*AS.l(n,'Usa'))/(1+ThoM.l(n,'Usa')));

```

```

put/;
put 'ARRes';
loop(n,put (ThoM.l(n,'Res')*Pas.l(n,'Res')*AS.l(n,'Res')/(1+ThoM.l(n,'Res'))));
put/;
put 'MUsa';
loop(n,put (Pasf.l(n,'Usa')*AS.l(n,'Usa')));
put/;
put 'MRes';
loop(n,put (Pasf.l(n,'Res')*AS.l(n,'Res')));
putclose ;
    
```

E.3 Código fuente del método RAS

```

Private Sub CommandButton1_Click() 'Establecimiento del formato de la hoja de
Excel'
Hoja1.Columns.Borders.Weight =           Null
Hoja1.Columns.Borders.LineStyle =       Null
n = Hoja1.Cells(3, 1)
m = Hoja1.Cells(3, 2)
For i = 1 To n
Hoja1.Cells(i + 4, m + 1).Borders.Weight =   3
Hoja1.Cells(i + 4, m + 1).Borders.LineStyle = 1
Hoja1.Cells(i + 4, m + 1).Borders.LineStyle = 1
For j = 1 To m
Hoja1.Cells(n + 5, j).Borders.Weight =       3
Hoja1.Cells(n + 5, j).Borders.LineStyle =   1
Hoja1.Cells(i + 4, j).Borders.Weight =      2
Hoja1.Cells(i + 4, j).Borders.LineStyle =   1
Next j
Next i
End
End Sub
Function Totalf(n, m As Integer, A() As Variant) As Variant 'Cálculo de los totales-
fila'
Dim t() As Variant
ReDim t(n)
For i = 0 To n - 1
t(i) = 0
For j = 0 To m - 1
t(i) = t(i) + A(i, j)
    
```

```

Next j
Next i
Totalf = t
End Function
Function Totalc(n, m As Integer, A() As Variant) As Variant 'Cálculo de los totales-
columna'
Dim t() As Variant
ReDim t(m)
For j = 0 To m - 1
t(j) = 0
For i = 0 To n - 1
t(j) = t(j) + A(i, j)
Next i
Next j
Totalc = t
End Function
Function calAk(n, m As Integer, k As Boolean, a0i(), a0j(), afi(), afj() As Variant,
A() As Variant) As Variant
'Calculo de una nueva matriz A biproporcional a la anterior'
Dim B() As Variant
ReDim B(n, m)
If k Then
For i = 0 To n - 1
For j = 0 To m - 1
B(i, j) = afi(i) * A(i, j) / a0i(i)
Next j
Next i
k = False
Else
For j = 0 To m - 1
For i = 0 To n - 1
B(i, j) = afj(j) * A(i, j) / a0j(j)
Next i
Next j
k = True
End If
calAk = B
End Function
Function Convergencia(n, m As Integer, a0i(), afi(), a0j(), afj() As Variant, error As
Double) As Boolean
'Establecer cuando converge el método RAS'

```

```
error = 0
For i = 0 To n - 1
error = error + (a0i(i) - afi(i)) * (a0i(i) - afi(i))
Next i
For j = 0 To m - 1
error = error + (a0j(j) - afj(j)) * (a0j(j) - afj(j))
Next j
If error < 0.00001 Then
Convergencia = True
Else
Convergencia = False
End If
End Function
Private Sub CommandButton2_Click() 'Lectura de datos y calculo de la matriz
objetivo'
Dim k As Boolean
k = True
Dim error As Double
Dim n As Integer
Dim m As Integer
n = Hoja1.Cells(3, 1)
m = Hoja1.Cells(3, 2)
Dim a0i() As Variant
ReDim a0i(n)
Dim afi() As Variant
ReDim afi(n)
Dim a0j() As Variant
ReDim a0j(m)
Dim afj() As Variant
ReDim afj(m)
Dim A() As Variant
ReDim A(n, m)
For i = 0 To n - 1
afi(i) = Hoja1.Cells(i + 5, m + 1)
For j = 0 To m - 1
afj(j) = Hoja1.Cells(n + 5, j + 1)
A(i, j) = Hoja1.Cells(i + 5, j + 1)
Next j
Next i
a0i = Totalf(n, m, A)
a0j = Totalc(n, m, A)
```

```
While Not (Convergencia(n, m, a0i, afi, a0j, afj, error))
A = calAk(n, m, k, a0i, a0j, afi, afj, A)
a0i = Totalf(n, m, A)
a0j = Totalc(n, m, A)
Wend
For i = 0 To n - 1
Hoja2.Cells(i + 5, m + 2) = a0i(i)
Hoja2.Cells(i + 5, m + 3) = afi(i)
Next i
For j = 0 To m - 1
Hoja2.Cells(n + 5, j + 2) = a0j(j)
Hoja2.Cells(n + 6, j + 2) = afj(j)
Next j
For i = 0 To n - 1
For j = 0 To m - 1
Hoja2.Cells(i + 5, j + 2) = A(i, j)
Next j
Next i
Hoja2.Cells(n + 5, 1) = "Totales columnas Matriz"
Hoja2.Cells(n + 6, 1) = "Totales columnas Matriz Objetivo"
Hoja2.Cells(4, m + 2) = "Totales filas Matriz"
Hoja2.Cells(4, m + 3) = "Totales filas Matriz Objetivo"
Hoja2.Cells(3, 1) = "Matriz Resultante"
Hoja2.Cells(3, 3) = "Error de Aproximación"
Hoja2.Cells(3, 4) = error
End Sub
```


F.1.2. MCS DE 1994

		I												
		Actividades (productos)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL			
		Banano, café y cacao	Cría de animales	Petróleo y otros minerales	Industria alimenticia	Bebidas y tabaco	Texiles	Manufacturas no alimenticias	Maquinaria y equipo de transporte	Servicios				
I	Actividades	r Agricultura	251,614	128,219	3,924	926,677	33,737	33,751	220,095	0	136,484	1,631,602		
		ra Cria de animales	75	348,951	0	1,214,219	0	12,877	583	0	46,436	1,723,146		
		rb Petróleo y otros minerales	7,620	43,416	619,442	54,535	6,532	14,679	240,100	11,072	719,955	1,966,350		
		rc Industria alimenticia	0	126,159	76	631,195	14,058	27	10,903	0	229,071	972,637		
		rd Bebidas y tabaco	0	0	317	26,163	42,961	0	1,739	0	82,802	153,232		
		re Textiles	8,050	10,236	6,292	20,431	4,037	222,035	5,140	3,153	41,677	421,102		
		rf Manufacturas no alimenticias	206,795	36,476	106,269	32,650	51,607	50,699	1,322,626	23,102	1,532,475	3,422,589		
		rg Maquinaria y equipo de transporte	6,146	23,382	37,065	20,046	4,694	3,902	14,685	229,827	211,904	652,714		
		rh Servicios	1,163,363	240,756	445,229	966,150	166,067	200,858	1,066,290	323,553	3,426,662	8,642,617		
	TOTAL	1,644,233	1,916,263	1,489,626	3,054,611	326,524	738,926	2,912,165	608,706	6,126,017	16,931,755			
II	Factores	Labor	1,094,709	472,592	273,109	296,542	62,900	232,247	457,394	59,819	5,606,612	8,576,927		
		Capital	658,521	906,628	1,001,526	686,219	164,117	160,218	551,985	56,257	4,304,810	6,426,321		
		TOTAL	1,753,230	1,379,220	1,304,635	972,761	227,017	392,465	1,009,379	116,076	9,911,422	15,003,248		
III	Instituciones	Hogares	Hogares											
			Gobierno											
		Gobierno	Inversión											
			Otros impuestos	0	0	91,683	23,028	69,546	40,929	137,524	130,749	67,795	574,424	
			IAR	5	0	590,214	1	122,913	0	706	0	2,300	716,648	
			Aranceles	Uca	1,142	114	243	2,084	139	1,129	14,404	57,763	0	77,608
				Res	3,794	269	2,544	9,718	3,797	9,294	65,179	124,772	0	226,458
TOTAL	4,931	382	685,084	31,831	198,456	51,463	217,013	316,276	60,509	1,560,600				
IV	Importaciones	USA	30,744	3,446	35,973	27,708	5,288	29,458	375,471	604,052	187,891	1,300,672		
		Resto del Mundo	97,730	4,664	122,003	107,791	29,669	66,042	1,128,115	1,534,276	525,441	3,835,614		
		TOTAL	128,474	8,110	158,076	135,499	34,957	95,500	1,503,586	2,138,328	713,332	4,936,286		
	TOTAL	3,524,960	2,405,915	3,550,990	4,097,961	773,957	1,299,276	5,642,645	3,178,526	17,041,950	42,415,269			

F.1.3. MCS DE 1995

		I												
		Actividades (productos)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9				
		Banano, café y cacao	Cría de animales	Petróleo y otros minerales	Industria alimenticia	Bebidas y tabaco	Textiles	Manufacturas no alimenticias	Maquinaria y equipo de transporte	Servicios	TOTAL			
I	Actividades	r Agricultura	295,170	137,710	4,712	994,269	35,939	45,632	240,735	0	147,676	1,512,241		
		ra Cría de animales	39	909,195	0	1,480,049	0	14,212	755	0	53,269	1,957,560		
		m Petróleo y otros minerales	9,121	72,634	1,000,173	63,520	7,693	17,163	284,237	12,930	913,170	2,389,291		
		ra Industria alimenticia	0	202,510	71	690,728	16,768	30	11,772	0	251,123	1,071,002		
		ra Bebidas y tabaco	0	0	287	29,964	95,690	0	1,886	0	39,294	196,211		
		ra Textiles	9,718	11,050	5,666	22,166	3,676	356,770	14,749	3,262	37,082	652,137		
		r Manufacturas no alimenticias	244,664	40,851	122,013	105,164	67,980	62,826	1,439,947	28,666	1,735,240	3,886,439		
		ra Maquinaria y equipo de transporte	7,101	26,836	31,899	22,169	6,093	4,289	17,239	247,699	406,432	796,750		
		ra Servicios	1,224,669	256,075	529,293	1,018,461	194,962	324,020	1,235,091	338,152	3,694,653	8,897,261		
			TOTAL	1,709,822	1,436,738	1,683,982	4,265,473	358,493	324,948	3,285,401	638,958	7,357,349	21,325,174	
II	Factores	Labor	1,153,597	514,264	283,179	259,169	68,196	244,776	527,243	53,425	6,197,713	9,291,591		
		Capital	705,651	396,916	1,082,940	629,517	190,150	170,994	644,235	61,329	4,639,422	9,162,555		
		TOTAL	1,859,248	1,513,184	1,366,119	888,687	248,346	415,770	1,179,473	109,254	10,836,140	18,454,146		
III	Instituciones	Hogares	Hogares											
			Gobierno											
		Gobierno	Inversión											
			Otros impuestos	0	0	709,609	1	32,796	0	761	0	10,311	913,372	
			IVA	0	0	129,692	23,419	90,559	41,825	139,962	136,022	95,856	627,226	
			Arrendatarios	Usa	2,624	137	1,906	3,244	193	1,269	17,018	60,429	0	77,099
				Res	7,566	283	24,175	13,721	3,031	9,815	66,993	94,783	0	226,126
TOTAL	10,191	426	864,473	40,538	156,569	52,900	224,823	284,235	107,189	1,738,823				
IV	Importaciones	USA	101,263	7,204	77,254	39,593	31,169	45,437	471,547	791,561	244,754	1,688,797		
		Resto del Mundo	75,132	5,895	216,623	133,796	5,241	106,237	1,371,489	1,485,266	631,315	3,932,099		
		TOTAL	177,095	13,143	294,002	173,389	36,410	151,674	1,843,036	2,276,827	1,422,869	5,620,896		
	TOTAL	1,887,447	2,665,477	4,218,575	5,367,660	799,810	1,445,200	6,534,537	1,294,166	11,127,226	47,259,589			

F.1.4. MCS DE 1996

		I									
		Actividades (productos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
		Barano, café y cacao	Cría de animales	Petróleo y otros minerales	Industria alimenticia	Bebidas y tabaco	Textiles	Manufacturas no alimenticias	Maquinaria y equipo de transporte	Servicios	
I	Actividades										
	v Agricultura	800,281	156,235	5,608	928,046	36,319	34,289	264,917	0	161,892	1,067,508
	vv Cría de animales	90	262,072	0	1,289,630	0	12,944	749	0	50,048	1,705,738
	vvv Petróleo y otros minerales	9,262	12,824	1,234,779	64,733	7,749	17,300	301,283	11,145	862,386	2,011,407
	vvv Industria alimenticia	0	212,571	75	609,461	16,569	39	11,210	0	247,593	1,067,498
	vvv Bebidas y tabaco	0	0	303	30,465	49,949	0	1,959	0	93,179	175,895
	vvv Textiles	9,420	11,593	5,814	23,913	3,257	359,341	3,020	2,300	40,633	459,398
	vvv Manufacturas no alimenticias	266,419	40,821	113,252	112,140	59,449	95,344	1,421,154	33,615	1,716,996	3,528,201
vvv Maquinaria y equipo de transporte	7,320	27,759	33,325	33,157	5,269	4,623	13,232	208,692	249,855	577,851	
vvv Servicios	1,242,256	271,806	535,820	1,036,977	167,127	328,692	1,232,968	312,063	3,761,269	5,068,963	
	TOTAL	1,934,119	1,135,690	1,876,876	4,108,734	265,707	922,433	3,285,521	568,441	7,172,311	21,191,052
II	Factores										
	Trabajo	1,236,831	461,234	321,900	307,762	72,266	250,678	542,748	40,049	6,811,141	9,534,600
	Capital	757,434	676,262	1,230,486	746,259	199,674	175,060	643,090	38,847	5,019,250	6,660,064
	TOTAL	1,994,264	1,137,496	1,552,386	1,054,020	203,140	425,737	1,205,838	79,896	11,830,390	19,532,674
III	Instituciones										
	Hogares										
	Gobierno										
	Inversión										
	Otros impuestos	0	0	738,379	0	56,648	0	802	0	29,813	684,643
	IVA	0	0	112,730	24,816	63,660	43,750	145,600	144,411	98,705	633,442
	Anuladas										
	Usa	3,421	105	1,524	2,689	200	1,620	17,287	35,890	0	62,957
Res	9,329	200	10,223	10,171	3,136	10,279	64,046	63,542	0	178,926	
	TOTAL	12,768	307	870,856	37,445	162,838	95,540	227,665	243,814	128,539	1,738,568
IV	Importaciones										
	USA	108,887	6,047	66,022	52,246	2,756	51,534	450,913	600,740	234,351	1,578,407
	Resto del Mundo	110,767	3,275	167,440	164,685	22,827	104,323	1,377,516	1,056,122	628,781	3,559,159
	TOTAL	212,594	10,222	233,474	208,412	25,583	105,257	1,828,429	1,656,862	863,132	5,133,566
	TOTAL	4,153,757	2,473,017	4,635,962	5,406,611	817,065	1,459,869	6,507,453	2,588,014	89,695,682	47,617,089

F.1.5. MCS DE 1997

		I											
		Actividades (productos)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL		
		Banano, café y cacao	Cría de animales	Petróleo y otros minerales	Industria alimenticia	Bebidas y tabaco	Textiles	Manufacturas no alimenticias	Maquinaría y equipo de transporte	Servicios			
II	Actividades	Agricultura	215,712	156,675	4,546	934,401	39,950	33,871	230,856	0	165,478	1,938,092	
		Cría de animales	87	431,246	0	1,549,646	0	10,963	796	0	67,280	2,089,933	
		Petróleo y otros minerales	10,940	62,835	1,209,729	70,979	9,085	20,150	259,621	13,560	1,025,693	2,732,692	
		Industria alimenticia	0	226,413	86	621,672	18,950	28	10,520	0	263,122	1,148,570	
		Bebidas y tabaco	0	0	234	30,921	52,590	0	2,124	0	99,738	104,820	
		Textiles	10,105	12,023	5,115	24,065	3,237	381,654	4,896	3,204	42,500	488,790	
		Manufacturas no alimenticias	279,043	43,373	92,652	1,07,274	81,818	67,201	1,437,242	22,056	1,767,283	3,305,265	
		Maquinaría y equipo de transporte	9,649	29,990	30,224	24,026	5,822	4,509	19,041	250,426	309,307	623,396	
		Servicios	1,672,220	107,689	559,327	1,116,462	191,686	264,821	1,211,226	352,269	4,269,645	10,135,223	
		TOTAL	2,298,788	1,270,429	2,002,006	4,489,455	382,542	873,794	3,338,212	641,504	7,989,931	23,262,347	
II	Factores	Labor	1,380,000	612,702	276,244	319,954	69,752	252,978	517,516	48,147	7,463,626	10,038,821	
		Capital	850,695	1,024,483	1,086,770	798,219	189,554	182,519	690,515	48,050	5,825,061	10,656,777	
		TOTAL	2,230,695	1,537,184	1,363,014	1,118,173	259,306	435,497	1,188,032	96,197	13,288,586	21,483,598	
III	Instituciones	Hogares									10		
		Gobierno											
		Inversión											
		Otros impuestos	2,185	0	747,261	0	146,446	0	27	0	43,932	939,993	
		IVA	0	0	1,11,129	31,216	90,726	55,497	175,673	191,415	125,447	771,093	
		Ayudas	Usa	6,906	140	2,895	5,637	203	3,084	23,816	63,796	0	112,546
			Res	18,881	270	34,477	21,477	3,159	20,842	110,218	112,601	0	321,906
TOTAL	29,012	189	995,662	58,332	236,534	79,822	315,731	387,012	199,430	2,145,509			
IV	Importaciones	USA	114,319	4,725	176,444	50,586	2,467	51,965	512,965	894,678	244,851	1,852,999	
		Resto del Mundo	135,285	5,229	298,248	212,072	21,426	122,492	1,540,420	1,354,645	561,950	4,252,288	
		TOTAL	249,585	9,984	474,692	263,658	23,893	174,447	2,053,385	2,049,323	806,801	6,105,230	
TOTAL	4,774,952	2,817,605	4,736,374	5,806,617	366,265	1,564,070	6,073,263	1,654,036	22,249,740	52,077,232			

F.1.6. MCS DE 1998

		Actividades (productos)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL			
		Berano, café y cacao	Cría de animales	Petróleo y otros minerales	Industria alimenticia	Bebidas y tabaco	Textiles	Manufacturas no alimenticias	Maquinaria y equipo de transporte	Servicios				
I	Actividades	r Agricultura	305,225	105,325	3,303	883,626	40,525	29,991	249,153	0	159,596	1,621,436		
		ca Cría de animales	969	411,244	0	1,538,216	0	8,285	8,775	0	81,273	2,648,909		
		ca Petróleo y otros minerales	10,297	46,536	810,559	75,197	9,647	20,769	2,31,298	14,889	1,050,884	2,329,875		
		ca Industria alimenticia	0	264,626	80	681,889	21,297	38	1,2,875	0	272,391	1,283,675		
		ca Bebidas y tabaco	0	0	242	29,744	50,560	0	2,090	0	96,873	179,514		
		ca Textiles	7,328	11,081	4,395	22,235	3,111	344,160	2,479	3,111	39,526	437,817		
		ca Manufacturas no alimenticias	240,030	44,763	97,629	100,696	82,304	84,285	1,42,450	17,862	1,704,217	3,757,840		
		ca Maquinaria y equipo de transporte	10,829	35,729	24,429	27,401	6,959	5,635	26,028	289,490	281,025	697,727		
		ca Servicios	1,599,214	319,187	812,145	1,184,645	197,709	337,858	1,211,141	411,272	4,149,406	10,421,575		
	TOTAL	2,174,592	1,259,046	1,593,323	4,521,732	392,932	611,200	3,399,239	738,717	7,832,589	22,980,239			
II	Factores	Labor	1,005,742	596,531	1,63,604	391,802	85,075	221,779	482,180	45,905	7,717,574	10,510,223		
		Capital	652,936	1,042,571	6,62,169	775,763	182,210	164,216	624,465	47,204	6,211,354	10,364,297		
		TOTAL	1,658,678	1,549,102	825,773	1,877,565	247,284	385,995	1,106,645	93,109	13,928,928	20,874,520		
III	Instituciones	Hogares										10,510		
		Gobierno												
	Gobierno	Inversión												
		Otros impuestos	4,391	0	725,672	0	112,002	0	5	12,439	45,196	810,295		
		IVA	0	0	117,201	33,920	90,090	80,902	2,01,874	205,042	132,119	633,943		
		Análisis	Uso	16,434	122	354	8,839	136	4,617	33,384	88,520	0	153,126	
			Res	45,047	259	4,634	36,966	3,246	34,157	137,968	171,584	0	437,989	
TOTAL	70,521	382	957,952	79,715	195,034	86,378	373,929	699,594	177,315	2,335,230				
IV	Importaciones	USA	134,947	7,053	150,211	60,300	2,810	55,037	642,831	994,807	236,360	1,985,898		
		Resto del Mundo	182,149	12,194	211,075	214,524	24,957	140,972	1,591,054	1,613,287	549,624	6,629,830		
		TOTAL	317,097	19,247	361,286	374,824	27,767	196,010	2,234,885	2,418,085	786,984	8,625,728		
	TOTAL	1,229,727	2,828,217	3,999,433	6,053,067	893,317	1,492,592	6,911,739	3,720,504	22,725,497	52,433,812	10,510		

F.1.7. MCS DE 1999

		Actividades (productos)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL	
		Banano, café y cacao	Cria de animales	Petróleo y otros minerales	Industria alimenticia	Bebidas y tabaco	Texiles	Manufacturas no alimenticias	Maquinaria y equipo de transporte	Servicios		
I	Actividades											
	- Agricultura	200,743	107,446	2,296	602,182	24,429	18,458	229,312	0	391,593	1,277,451	
	o/a Cria de animales	705	543,112	0	728,392	0	4,216	7,209	0	40,206	1,328,830	
	- Petróleo y otros minerales	11,432	59,931	1,021,160	67,925	7,879	16,878	192,127	7,940	999,459	2,294,706	
	- Industria alimenticia	0	215,850	555	473,117	17,902	25	7,834	0	172,017	887,200	
	- Bebidas y tabaco	0	0	1,419	19,045	21,812	0	1,213	0	28,113	113,201	
	- Texiles	9,129	10,419	22,503	20,551	2,000	582,131	2,500	1,516	32,791	370,224	
	- Manufacturas no alimenticias	270,243	37,265	143,730	99,516	51,002	80,958	1,093,536	13,684	1,214,932	2,915,896	
	- Maquinaria y equipo de transporte	12,597	35,863	144,563	27,136	6,207	5,128	24,384	149,248	229,278	635,858	
	- Servicios	1,197,875	227,255	500,494	917,530	137,161	264,304	1,047,046	195,333	3,090,943	7,559,843	
	TOTAL	1,782,778	1,247,263	1,836,884	2,957,794	279,823	626,890	2,695,859	367,680	5,890,219	17,427,119	
II	Factores											
	- Labor	807,822	200,566	272,276	328,880	29,807	198,502	327,966	16,320	5,406,290	7,628,510	
	- Capital	514,879	396,815	1,044,966	788,247	105,532	139,162	402,191	15,889	4,119,774	7,527,546	
	TOTAL	1,352,681	600,380	1,317,231	1,117,125	145,340	337,664	730,157	32,210	9,526,165	15,156,055	
III	Instituciones											
	- Hogares											
	- Gobierno											
	- Inversión											
	- Otros impuestos	315	0	540,693	0	62,142	0	4	7,544	25,039	737,730	
	- IVA	0	0	25,531	26,694	62,666	48,512	169,620	160,417	100,476	593,926	
	- Aranceles											
- Uta	12,196	69	227	5,941	162	2,904	22,811	37,739	0	81,367		
- Res	33,491	172	2,738	22,566	2,562	19,942	85,517	67,554	0	234,843		
	TOTAL	48,002	259	909,194	55,163	128,532	71,258	277,361	273,253	126,513	1,648,065	
IV	Importaciones											
	- USA	70,946	4,057	32,067	28,395	635	26,357	270,420	443,977	284,141	1,190,884	
	- Resto del Mundo	115,947	2,939	220,169	120,422	15,432	97,051	1,075,409	715,591	952,572	3,827,182	
	TOTAL	198,891	7,056	272,225	158,417	17,940	123,408	1,345,829	1,159,568	941,713	4,217,786	
	TOTAL	3,282,571	1,955,359	4,095,443	4,291,438	570,843	1,981,229	4,959,847	1,932,731	16,394,611	38,617,664	

F.1.8. MCS DEL 2000

		I											
		Actividades (productos)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL		
		Banano, café y cacao	Cria de animales	Petróleo y otros minerales	Industria alimenticia	Bebidas y tabaco	Textiles	Manufacturas no alimenticias	Maquinaría y equipo de transporte	Servicios	TOTAL		
I	Actividades	- Agricultura	177,245	95,501	0	554,157	23,062	1,6731	449	0	16,351	885,686	
		- Cria de animales	9,616	30,729	2,067	421,824	582	5,872	209,822	0	72,097	625,499	
		- Petróleo y otros minerales	0	221,376	9,884	207,964	0	0	1,462,627	0	34,265	1,936,106	
		- Industria alimenticia	2,638	18,217	1,416	400,771	23,673	12,838	76,038	3,426	561,853	1,092,365	
		- Bebidas y tabaco	0	171,661	14	61,473	31,568	0	1,845	0	57,192	213,753	
		- Textiles	0	0	43	184	72	31,915	30,591	0	14,750	72,064	
		- Manufacturas no alimenticias	294,606	110,699	125,417	179,816	60,728	349,479	1,645,274	13,952	1,010,476	4,588,855	
		- Maquinaria y equipo de transporte	4,741	1,677	2,001	5,124	6,058	246	241,657	44,632	221,699	529,578	
		- Servicios	1,077,356	232,912	476,658	900,069	127,932	253,597	1,094,240	220,599	2,965,011	7,344,811	
			TOTAL	1,595,942	945,755	617,494	2,735,071	275,715	676,817	4,852,944	292,533	5,950,024	17,594,619
II	Factores	Labor	615,169	129,089	790,949	414,587	104,385	40,111	61,471	38,197	6,044,871	7,212,599	
		Capital	204,360	202,549	2,363,382	612,174	222,683	22,634	60,674	29,304	3,094,363	7,112,755	
		TOTAL	819,529	331,638	3,154,331	1,026,761	327,068	62,745	122,145	68,501	9,139,234	14,325,354	
III	Instituciones	Hogares	Hogares										
			Gobierno										
		Gobierno	Inversión										
			Otros impuestos	236	0	371,095	0	63,482	0	0	11,016	24,043	469,832
			IVA	0	0	22,650	26,727	90,265	71,818	257,062	232,394	1,06,519	629,025
			Financios	Usa	6,964	122	331	1,732	154	3,242	25,919	45,099	0
Res	11,926	241		4,204	6,583	2,016	22,942	36,732	83,264	0	233,663		
	TOTAL	25,426	378	398,257	15,462	156,417	87,582	378,813	372,752	132,662	1,688,811		
IV	Importaciones	USA	67,442	3,293	42,501	26,002	1,260	29,280	226,311	467,280	265,571	1,291,359	
		Resto del Mundo	34,659	4,997	283,209	149,961	18,176	143,594	1,249,712	853,651	799,600	3,707,449	
		TOTAL	102,101	8,290	705,710	475,963	19,436	472,874	1,476,023	1,320,931	1,065,171	4,998,808	
	TOTAL	2,672,511	1,286,653	4,100,101	4,102,247	779,666	1,003,751	6,071,825	2,864,647	15,107,031	30,467,333		

F.1.9. MCS DEL 2001

		Actividades (productos)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL			
		Banano, café y cacao	Cria de animales	Petróleo y otros minerales	Industria alimenticia	Bebidas y tabaco	Texiles	Manufacturas no alimenticias	Máquinaria y equipo de transporte	Servicios				
I	Actividades	-- Agricultura	217,444	96,957	2,472	607,550	21,973	23,469	236,535	0	122,032	1,328,332		
		-- Cria de animales	1,403	342,607	0	799,791	0	4,946	11,108	0	40,486	1,261,441		
		-- Petróleo y otros minerales	12,968	60,124	1,490,989	75,694	9,515	20,174	246,905	12,452	1,119,030	3,047,891		
		-- Industria alimenticia	0	220,376	611	510,790	19,598	28	9,008	0	206,528	998,936		
		-- Bebidas y tabaco	0	0	1,804	25,295	47,336	0	1,575	0	68,987	163,297		
		-- Texiles	14,067	14,852	27,189	21,004	4,506	326,143	2,919	3,400	38,221	672,311		
		-- Manufacturas no alimenticias	201,232	37,267	169,263	109,682	60,959	89,523	1,277,694	3,150	1,697,964	3,706,734		
		-- Máquinaria y equipo de transporte	23,257	41,929	213,294	24,932	9,011	6,156	26,154	265,129	294,696	913,616		
		-- Servicios	1,268,110	248,232	620,147	1,248,001	200,272	469,248	1,464,782	322,840	3,894,059	9,924,993		
	TOTAL	1,636,651	1,983,245	2,526,958	3,042,619	372,179	958,797	3,267,131	697,672	7,683,963	21,729,628			
II	Factores	Labor	782,962	216,501	384,277	274,447	56,917	273,596	347,685	23,119	7,221,047	9,586,598		
		Capital	497,476	415,105	1,491,945	676,703	160,692	194,033	431,303	32,619	5,696,561	9,458,437		
		TOTAL	1,271,439	625,606	1,876,222	951,150	228,609	467,629	778,999	55,738	12,797,628	19,044,993		
III	Instituciones	Hogares	Gobierno											
			Inversión											
		Gobierno	Otros impuestos	0	0	377,476	0	110,548	0	0	26,684	37,476	552,160	
			IVA	0	0	36,919	66,309	68,297	127,966	327,192	427,342	161,664	1,268,942	
			Asesorías	Usa	4,339	114	189	2,931	115	2,817	20,187	64,206	0	94,950
				Ras	13,778	355	2,616	12,948	2,069	22,060	96,520	131,360	0	271,576
				TOTAL	18,117	469	477,167	73,878	161,919	152,775	433,666	658,147	249,130	2,365,572
IV	Importaciones	USA	73,057	4,000	23,020	57,997	1,297	28,022	389,084	802,052	251,048	1,628,799		
		Resto del Mundo	128,429	6,991	319,142	552,114	25,020	219,614	1,446,025	1,016,900	768,915	4,607,996		
		TOTAL	201,486	12,991	342,162	609,211	26,910	247,837	2,837,899	2,418,952	1,019,963	6,616,734		
	TOTAL	3,426,753	1,992,211	5,321,529	4,774,650	686,700	1,796,832	6,537,927	1,371,913	21,599,804	69,586,935			

Fuente: Cuentas Nacionales - Banco Central del Ecuador
Elaboración: El Autor

F.2. IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES AGREGADAS POR PAIS DE ORIGEN

F.2.1. Tabla de Importaciones

CD	1993		1994		1995		1996		USA
	USA	RES	USA	RES	USA	RES	USA	RES	
1	43458.268	34429.187	19603.66	62508.985	85096.326	62939.096	95687.468	91186.35	1065
2	2311.216	2524.055	2803.09	3803.479	5851.884	4758.79	5808.532	2864.336	5705
3	15522.041	51632.526	19833.4	67914.342	56220.56	155844.67	37854.283	96045.037	7957
4	15918.315	22435.371	22737.74	88669.025	34879.846	116387.9	48100.774	141649.76	5236
5	2066.536	10543.147	3898.875	21188.699	19169.7	3183.734	2257.206	18706.858	2383
6	21252.212	35896.411	20073.813	58774.493	29090.35	67176.228	37264.348	75477.966	4418
7	254891.85	562314.16	290666.06	875435.19	385561.13	1107551.2	377585.46	1154154.2	4266
8	393006.73	754876.99	465743.51	1185769.5	561996.76	1041494.7	490593.15	895651.49	5998
9*	488935.17	963365.83	414090.64	1158011.4	537804.48	1168572.5	543986.55	1229754.5	5576

*Este sector se lleno de acuerdo a las proporciones de importaciones hechas de las regiones, ya que en las tablas impor-expor no hay este dato.

F.2.2. Tabla de Exportaciones

CD	1993		1994		1995		1996		USA
	USA	RES	USA	RES	USA	RES	USA	RES	
1	234829.89	440135.94	275587.09	593371.26	339655.57	733004.38	375342.83	873164.35	41
2	32781.266	2813.335	44186.927	8235.465	48350.706	7778.676	50115.897	5222.432	5260
3	459710.49	797879.52	536351.8	769181.97	641197.84	891486.61	726415.01	1023345.3	7083
4	452642.35	335662.55	618029.03	607414.01	585815.76	665679.14	485857.49	782941.77	7160
5	767.415	7475.016	678.419	4593.097	397.993	3053.753	244.068	9635.997	36
6	9280.902	30355.971	15780.077	37917.418	11711.17	46509.657	13999.892	49258.126	1910
7	50376.134	135398.25	58993.124	178079.99	40525.733	272794.4	49793.577	329282.44	5440
8	2505.763	73000.575	3144.927	91138.058	5163.615	87340.453	13773.696	84255.258	812
9*	491182.79	720326.21	499627.6	736829.4	512462.72	829479.28	450154.16	828416.84	4836

*Este sector se lleno de acuerdo a las proporciones de exportaciones hechas a las regiones, ya que en las tablas impor-expor no hay este dato.

Fuente: Cuentas Nacionales - Banco Central del Ecuador.

Elaboración: El Autor

F.3 Índice de precios de exportaciones e importaciones

Partimos de las Matrices de Contabilidad Social del año 1993 al 2001, se tiene en constantes y corrientes, esta serie tenía como base el año 2000, pero nosotros cambiamos la base al año 2001. La información de las Matrices en cuanto en importaciones y exportaciones se tenía en sucres y dólares, para evitar inconvenientes se utilizó la serie de datos en dólares.

Para calcular los índices de precios de exportación e importación se procede a dividir los valores de cada producto de la matriz corriente para los valores respectivos de la matriz constante, después de esto se asume que los precios del año base son uno, y para el resto se hace una regla de tres, y así se obtiene los índices de precios con respecto al año base.

A continuación tenemos los índices de precios de importación y exportación.

F.4. ARANCELES DE IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN

F.4.1. Tasas arancelarias cobradas por Ecuador

Sector	USA	RES
B1	0,060073365	0,107273823
B2	0,028469035	0,028369258
B3	0,008210541	0,008178074
B4	0,051334942	0,05135636
B5	0,082597412	0,08106567
B6	0,10054162	0,100189245
B7	0,051884057	0,052483515
B8	0,080054772	0,081267292
B9	0	0

F.4.2. Tasas arancelarias cobradas a Ecuador

Sector	USA	RES
B1	0,001288666	nd
B2	7,44712E-06	nd
B3	0,000795122	nd
B4	0,153641531	nd
B5	0	nd
B6	0,078197304	nd
B7	0,000121844	nd
B8	8,00816E-05	nd
B9	0	nd

Fuente: Cuentas de Comercio Exterior - Banco Central del Ecuador
Elaboración: El Autor.

F.5. TIPO DE CAMBIO ANUAL (SUCRES POR DÓLAR)

Año	Tipo de cambio sucres por dólares
1993	1894.48
1994	2156.48
1995	2535.26
1996	3177.12
1997	3983.58
1998	5401.01
1999	11378.99
2000	25000.00
2001	25000

Fuente: Cuentas Nacionales - Banco Central del Ecuador

Elaboración: El Autor.