

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO
CONVOCATORIA 2013-2015

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL
DESARROLLO

REDES EMPRESARIALES Y ESTABILIDAD MACROECONÓMICA:
UNA PROPUESTA TEÓRICA

GILBERTO JOSÉ RODRÍGUEZ OVIEDO

OCTUBRE 2016

FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO
CONVOCATORIA 2013-2015

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL
DESARROLLO

REDES EMPRESARIALES Y ESTABILIDAD MACROECONÓMICA:
UNA PROPUESTA TEÓRICA

GILBERTO JOSÉ RODRÍGUEZ OVIEDO

ASESOR DE TESIS: DR. WILSON PÉREZ

LECTOR: DR. JOSÉ RAMÍREZ

LECTOR: MSC. JOHN CAJAS

OCTUBRE 2016

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Economía y a los amigos y compañeros de aulas.

ÍNDICE

Contenido	Páginas
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I.....	8
INTRODUCCIÓN	8
I.I. Motivación, objetivo y estructura de la investigación	8
I.II. Las estructuras de red y su vínculo con las recesiones económicas.....	11
I.III. Los modelos de equilibrio general (MEG) y su relevancia.....	14
I.III.I. Modelos macroeconómicos de equilibrio general	14
I.III.II. Modelos de generaciones traslapadas.....	16
I.III. III. Modelos de equilibrio general computable (MEGC).....	18
CAPÍTULO II	23
ALGUNOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL REALIZADOS EN EL ECUADOR	23
II.I. Modelos económicos y efecto desplazamiento (Alejandro e Izurieta, 2000).....	23
II.II. Modelo de equilibrio general computable (De Janvry et al. 1991).....	25
II.III. Modelo de análisis de choques exógenos y de protección económica y social MACEPES (Sáenz y Muñoz, 2012)	28
II.IV. Modelo ecuatoriano de equilibrio general aplicado MEEGA (Pérez y Acosta, 2005).....	29
II.V. Modelo de Equilibrio General Aplicado Tributario MEGAT (Ramírez, 2007)	31
CAPÍTULO III.....	33
MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO A LA CONCENTRACION EMPRESARIAL (MEGACE).....	33
III.I. Eficiencia, estabilidad y choques	33
III.II. Planteamiento del MEGACE.....	35
CAPÍTULO IV.....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
IV.I. Conclusiones.....	47
IV.II. Recomendaciones.....	48
Bibliografía	50
ANEXO A.....	58
ANEXO B	63

CUADROS

CONTENIDO	PÁGINAS
Cuadro 1. Modelos económicos aplicados al Ecuador	23
Cuadro 2. Algunos Modelos Económicos Clasificados por Crowding out/Crowding in.....	24
Cuadro 3. Resumen de ecuaciones del MEGACE	44
Cuadro 4. Resumen de variables endógenas, exógenas y parámetros.....	45
Cuadro 5. Resumen de calibración de parámetros	46
Cuadro 6. Ejemplo de matriz de contabilidad social	59
Cuadro 7. Propuesta de matriz insumo producto.....	61

ECUACIONES

CONTENIDO	PÁGINAS
Ecuación 1. Función de producción	38
Ecuación 2. Problema de la producción	39
Ecuación 3. Consumo intermedio óptimo	39
Ecuación 4. Cantidad de trabajo óptima.....	39
Ecuación 5. El problema del consumidor.....	43
Ecuación 6. Cantidad del bien a consumir	43

RESUMEN

En esta tesis se hace una revisión de la concentración empresarial así como su afectación al mercado. Se revisa el concepto de redes en el contexto de recesión económica, y algunos tipos de equilibrio general como los macroeconómicos, de generaciones traslapadas y los computables. Con esta introducción se hace un breve análisis de algunos modelos de equilibrio general realizados para el Ecuador en diversas áreas de aplicación como impuestos, comercio exterior, protección económica y social. Con todo este marco se aplica el concepto de equivalencia entre una red y la matriz insumo producto propuesta por Acemoglu et al., para la formulación y resolución de un modelo de equilibrio general que permite la incorporación de choques idiosincráticos, funciones de producción etc.

Palabras clave: modelo, multisectorial, equilibrio general, aplicado, computable, redes, choques idiosincráticos.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

I.I. Motivación, objetivo y estructura de la investigación

El mercado es el lugar por excelencia donde se intercambian bienes y servicios entre personas o empresas. En un mercado competitivo, los productores y consumidores aceptan el precio, dado por la oferta y demanda. Sin embargo, este intercambio casi nunca es ecuánime, la mayoría de ocasiones está lleno de imperfecciones, por lo cual el Estado ha tenido que intervenir con reglas tratando de corregir (así sea parcialmente) tales imperfecciones.

La concentración empresarial, (una imperfección de mercado), se entiende como el proceso en que varias empresas actúan bajo una misma dirección. Esto puede llevar, por ejemplo, a prácticas de colusión. “Estas prácticas colusorias pueden ser acuerdos entre empresas, decisiones y recomendaciones colectivas, prácticas conscientemente paralelas”, (Autoridad Catalana de la competencia, 2010). El Ecuador es un país donde la actividad económica está altamente concentrada, como lo indican varios estudios. La concentración empresarial puede encontrarse en varios sectores de la economía ecuatoriana como bebidas (no alcohólicas), telecomunicaciones, bancos, vehículos, etc.

Moncada (2009) encuentra que en el Ecuador, el capital monopolista privado y estatal estaba presente en las principales actividades económicas, actuando entrelazadamente, aglutinándose en grupos o consorcios a numerosas empresas situadas en diferentes ramas.

Martín y Varela (2010) realizan un estudio de la concentración empresarial en el Ecuador, mostrando que la concentración está presente en varios sectores, siendo las bebidas no alcohólicas el sector de mayor concentración donde una empresa controla el 81% del mercado, seguido de los electrodomésticos donde Indurama controla el 72% del mercado, y la venta de carnes donde Pronaca controla el 62,16% del mercado.

El estudio realizado por la Superintendencia de Control de Poder de Mercado (2012) muestra que de los cuatro cientos sectores de la economía ecuatoriana, 44% tienen

alto grado de concentración empresarial, 15% tienen una concentración moderada y el 41% restante tienen poca concentración empresarial.

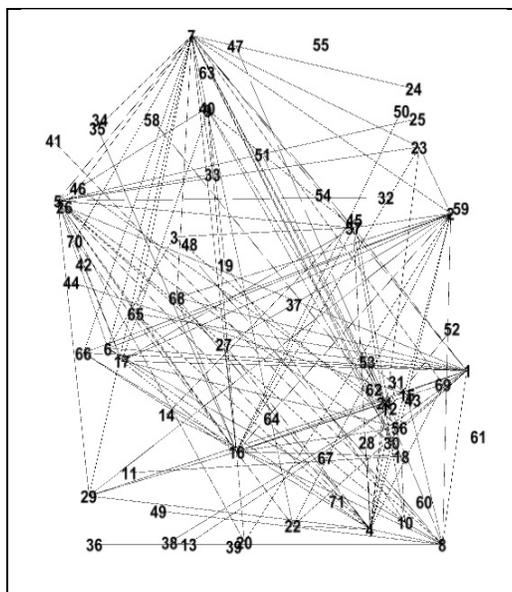
“Los mercados perfectamente competitivos muchas veces permiten una asignación eficiente de los recursos que se traslada a los consumidores, o bien, en forma de menores precios, o bien, de una mayor cantidad, calidad o variedad de los productos y servicios ofrecidos”. (Autoridad Catalana de la Competencia, 2010).

Comprendiendo los problemas que genera el hecho que la economía ecuatoriana posea niveles muy altos de concentración empresarial, la presente tesis tiene como objetivo plantear un modelo teórico que, a futuro, sea aplicable para analizar la estabilidad macroeconómica de nuestro país cuando la red insumo-producto subyacente (afectada por la concentración de mercado) es afectada por choques a la producción¹. Se supone que a medida que la red empresarial ecuatoriana se concentra, mayor es la afectación a la estabilidad macroeconómica (se puede ver también la afectación por el número de empresas que salen del mercado), si esta red fuere afectada por choques a la producción. Esta hipótesis se basa en los estudios de Acemoglu et al. (2012; 2013).

Para aclarar ésta idea, en el gráfico 1 se muestra la red insumo-producto del Ecuador (2013) a setenta y uno sectores y en donde se empiezan a distinguir puntos de concentración.

Gráfico 1. Red insumo producto del Ecuador (2013)

¹En la bibliografía se brindan detalles sobre las fuentes de información tentativas que podrían utilizarse para la aplicación del modelo teórico planteado en esta tesis.



Fuente: BCE; software Gephi. Elaboración: autor.

El modelo teórico a plantear debe ser lo suficientemente fuerte y consistente como para evaluar los efectos ex ante que causaría un choque a toda la economía y, al mismo tiempo, sea capaz de recoger el efecto de la concentración del mercado en la difusión de los choques. Para cumplir con este objetivo se combinará la teoría de redes con los modelos de equilibrio general. La razón para hacer éste tipo de combinación es que, por medio de la teoría de redes se puede representar las múltiples interacciones entre los distintos sectores de la economía e incluso recoger la existencia de estructuras con elevada concentración de mercado, mientras que por medio de los modelos de equilibrio general se vuelve posible obtener una representación sectorial y microfundamentada de una economía.

El trabajo se encuentra organizado de la siguiente forma. En la segunda sección del capítulo I se muestra la relevancia del uso de teoría de redes en el estudio de shocks y sus efectos macroeconómicos por medio de una breve descripción del trabajo de Acemoglu et al. (2012), mientras que en la tercera sección se muestra la relevancia del uso de los modelos de equilibrio general en múltiples contextos. El capítulo II presenta una recopilación de la literatura sobre los diferentes tipos de modelos de equilibrio general aplicados en la economía ecuatoriana, esto se hace tanto con el objetivo de introducir al lector sobre el tema de los MEG aplicados al país como para aclarar que el modelo teórico planteado en esta tesis es diferente a modelos previos. El capítulo III presenta el modelo teórico como tal bajo el nombre de “modelo de equilibrio general aplicado a la

concentración empresarial” (MEGACE), explicando el uso de elementos de teoría de redes, la construcción del modelo, un resumen y una descripción del proceso básico necesario para su calibración. Finalmente, el capítulo IV presenta algunas conclusiones y recomendaciones, especialmente resaltando la utilidad que puede tener el MEGACE para estudiar cómo la concentración empresarial en el Ecuador puede hacer que los shocks exógenos tengan efectos mucho más fuertes de los que tendrían en comparación a una economía menos concentrada.

I.II. Las estructuras de red y su vínculo con las recesiones económicas

Lucas et al., (1977) basados en el argumento de la “diversificación” descartan que las fluctuaciones en las actividades económicas agregadas (PIB, agregados monetarios, etc.) se puedan generar a partir de choques micro. De sus cálculos se desprende que, cuando la economía es golpeada por choques independientes, la fluctuación de estas actividades agregadas podría tener una magnitud proporcional a $1/\sqrt{n}$ donde n indica el número de sectores en la economía (una magnitud pequeña si consideramos que en una economía real n suele ser “muy grande”, lo cual se representa bajo la idea de que “tiende al infinito”). Sin embargo, esto *no es correcto* como lo demuestra Acemoglu et al. (2012), pues la interconexión entre empresas o sectores actúa como mecanismo de propagación de los choques, causando un “efecto cascada”.

Un ejemplo concreto es la Gran Depresión, que ha sido objeto de estudio durante varios años; su comprensión y sus posibles causas constituyen una de las preguntas más importantes que la macroeconomía intenta contestar satisfactoriamente. Entre las explicaciones más comunes a este “riesgo de cola macroeconómico”² (Acemoglu et al., 2013) podemos encontrar dos: la economía, a través de los ciclos económicos, explica estos eventos raros mediante los grandes choques tecnológicos (u otros eventos estocásticos) que impactan a una amplia variedad de empresas, trabajadores, etc., afectando el funcionamiento de todos los mercados; otra explicación indica que pequeños choques (en

²Riesgo de cola macroeconómico entendido como la ínfima probabilidad que un evento caiga en una de las colas de una distribución normal a tres desviaciones estándar.

magnitud), en presencia de imperfecciones de mercado, pueden producir grandes recesiones o múltiples equilibrios.

Otra justificación, propuesta por Acemoglu et al. (2013), indica que las grandes caídas de la economía se deben a pequeñas perturbaciones³ que afectan a la matriz insumo producto. Esta matriz es vista como una red que, dependiendo de su estructura (en donde incluso puede representarse la concentración del mercado), amplifica los shocks a través de los *sectores o empresas*. Es decir, hay una dependencia entre la naturaleza de los shocks y la red económica subyacente.

En concreto, se plantea la matriz insumo producto como una red (“red insumo producto”) representada en la matriz $W = [w_{ij}]$. Esta matriz se la puede observar como un grafo donde un sector corresponde a un nodo, mientras que una arista dirigida (i,j) con peso $w_{ij} > 0$ indica si el sector i usa el bien j como un insumo para la producción. De esta manera la matriz insumo producto W ponderada corresponde a la matriz de adyacencia de la red insumo producto subyacente.

Planteadas la matriz W, Acemoglu et al., (2012) construyen un modelo que, en realidad, es una variación del modelo de Long y Plosser (1983). Se considera una economía de n sectores que producen distintos bienes. Estos bienes pueden ser finales o usados como insumos para otros bienes. Las empresas se modelan mediante funciones de producción Cobb Douglas con rendimientos constantes de escala que transforman trabajo y bienes intermedios en productos finales. El modelo muestra la dependencia entre la cantidad a producir por un sector, y la matriz insumo producto mediante las ponderaciones de la red insumo producto w_{ij} . La producción del sector i, denotado por x_i , es la siguiente:

$$x_i = z_i^\beta l_i^\beta \prod_{j=1}^n x_{ij}^{(1-\beta)w_{ij}}$$

donde:

z_i : shocks en la productividad,

³Por efectos de simplicidad, aquí solo se verá el caso de aquellos modelados con distribución normal.

l_i : cantidad de trabajo contratada por las firmas en el sector i ,

x_{ij} : cantidad del bien j usado para producir el bien i ,

$\beta \in (0,1)$: elasticidad del producto del trabajo y equivale (en equilibrio) a la participación del trabajo en la producción.

Tal forma de incluir la estructura de la red insumo-producto en la función de producción es interesante pues, con relativa sencillez, se puede recoger el efecto de diferentes tipos de redes en la cantidad a producir de un bien. Esto se puede hacer manteniendo todos los parámetros fijos y cambiando el valor de w_{ij} para cada tipo de red⁴. Una vez planteada ésta representación combinada de función de producción y estructura de redes, se pasa a construir un indicador de volatilidad agregada que muestre cómo la economía en su conjunto reaccionaría ante shocks de origen microeconómico y, de ese modo, se generan las recesiones.

De ese modo, Acemoglu et al. (2012) establecen las interconexiones en la red como las generadoras de las fluctuaciones agregadas. En primer lugar, las interconexiones de primer orden (cuando los nodos están directamente conectados con los nodos generadores), y existen choques a sectores que son proveedores de un número enorme de otros sectores), esos choques se propagan a todos los sectores con los cuales están interconectados. Segundo, sectores que poseen un gran número de interconexiones y tienen baja productividad, llevan a que todos los demás sectores con los cuales se tiene relación directa también tengan baja productividad, transmitiendo esta cualidad en cascada al resto de la economía. Igualmente Acemoglu et al. (2012) muestran el efecto cuando la economía posee un sector dominante, cuyo grado crece linealmente con n , la volatilidad agregada no converge sin importar el nivel de desagregación⁵.

Del trabajo de Acemoglu et al. (2012) se pueden concluir aspectos interesantes respecto al vínculo entre choques microeconómicos y concentración en las redes. Por

⁴Así, la propuesta de Acemoglu et al. (2012) deja la puerta abierta para realizar simulaciones con varios tipos de redes. En los trabajos de Acemoglu et al. (2012; 2013) se proponen algunos casos de redes insumo producto como redes tipo estrella, redes con sectores independientes entre sí, redes donde un solo sector es proveedor de insumos de un número fijo de sectores (no todos), redes balanceadas (p.ej. tipo anillo); además, se pueden proponer otras redes (p.ej. red aleatoria). Con cada una de estas redes se pueden encontrar las cantidades a producir de acuerdo al modelo, pero también se puede evaluar la eficiencia y estabilidad de ellas mediante una apropiada función de utilidad.

⁵Para más detalles mirar Acemoglu et al. (2012). Un estudio completo y más detallado lo realiza Acemoglu et al. (2013).

ejemplo, si un solo sector es proveedor de varios otros sectores, y es afectado por un shock, entonces el efecto se sentirá sobre todos los demás sectores con los cuales este sector tiene relación directa, es decir se producirá un efecto cascada. Por tanto, se nota la relevancia del uso de redes como opción para encontrar las razones que pueden explicar una posible recesión exacerbada por procesos de concentración empresarial.

I.III. Los modelos de equilibrio general (MEG) y su relevancia

El desarrollo de modelos de equilibrio general (MEG) inicia alrededor del 1960 a un nivel teórico, y como herramienta de análisis empírico. La teoría y modelación de los MEG son útiles para simular el comportamiento de las economías modernas (complejas), en particular las interacciones entre mercados y agentes, así como la determinación de precios y cantidades resultantes de esas relaciones. Los MEG se han usado para responder varias preguntas sobre macroeconomía, comercio internacional, finanzas públicas, entre otras.

También se han usado para simular la reacción de la economía a cambios en políticas, choques exógenos, etc.

Entre los principales modelos de equilibrio general utilizados en la literatura encontramos a: modelos macroeconómicos de equilibrio general; modelos de generaciones traslapadas, modelos de equilibrio general aplicados o computables.

I.III.I. Modelos macroeconómicos de equilibrio general

Si bien podemos encontrar el origen de los modelos de equilibrio general en la obra de Walras (1874), no fue sino hasta el trabajo de Keynes (1936) que el equilibrio general se enfocó a comprender fluctuaciones macroeconómicas, en particular la gran depresión. El modelamiento de mercados financieros, de bienes y de trabajo así como la simulación de los efectos macroeconómicos de corto y mediano plazo que puedan tener las políticas relacionadas a la producción, iniciaron un debate entre diferentes escuelas de pensamiento macroeconómico.

Los modelos macroeconómicos dinámicos se pueden rastrear desde Hicks (1939) o incluso desde antes con el trabajo sobre el papel de las expectativas pasadas y futuras de La Volpe (1936). Desde entonces los modelos macro se han ido implementando en varias áreas: Arrow y Debreu (1954) investigaron el papel de la incertidumbre de diversa índole como por ej. fluctuaciones de la productividad en los factores productivos dentro del marco del equilibrio general; Patinkin (1956) formalizó los modelos macroeconómicos con la derivación explícita de las ecuaciones de oferta y demanda con fundamentos microeconómicos; incluso comisiones como Cowles (Klein, 1950) desarrollaron modelos macroeconómicos para pronósticos y análisis de políticas.

Al progresar el poder de computación, se fueron construyendo modelos macroeconómicos a gran escala con gran cantidad de ecuaciones, por ejemplo, el modelo hecho para la Reserva Federal de Estados Unidos (Federal Reserve Bank-MIT-Penn), formulado por Zellner (1969). Este tipo de modelos macroeconómicos keynesianos tuvieron su apogeo en los años sesenta, siendo ampliamente usados para análisis económico y proyecciones. Una rama extrema de tales modelos se enfoca en el desequilibrio con respecto a precios y desempleo (Barro y Grossman, 1971; Benassy, 1982). Otra rama de los modelos macroeconómicos keynesianos son aquellos de dos brechas para economías abiertas, los cuales generalizan el modelo de crecimiento de Harrod-Domar. Varios modelos macro-económicos y multi-sector se construyeron para países desarrollados entre 1960-1980 usando al modelo de dos brechas como componente central.

Los modelos macroeconómicos keynesianos y similares (como los de programación financiera) generalmente carecían de fundamentos microeconómicos, no eran consistentes con restricciones presupuestarias inter ni intra temporales, no trataban las expectativas satisfactoriamente, y no tenían un equilibrio de estado estable bien definido. Además, estos modelos fueron severamente afectados al notarse que su especificación no permitiría entender los efectos de los cambios de política, al menos según la crítica de Lucas (1976). Igualmente se dio un cambio paradigmático en los modelos macroeconómicos la aplicación de las expectativas racionales. Lucas (1972) y Sargent (1973) acentuaron que, en ambientes dinámicos con agentes que miran hacia el futuro, es necesario establecer explícitamente el mecanismo de formación de expectativas. Estas críticas sepultaron los modelos

macroeconómicos de gran escala y dieron paso a los modelos macroeconómicos internamente consistentes y con fundamentos micro.

Así, al pasar a modelos con ambientes estocásticos, fundamentos microeconómicos, y expectativas racionales, surgieron los modelos de ciclo de negocios reales (RBC por sus siglas en inglés) con trabajos como los de Kyland y Prescott (1982). Los modelos RBC explican las fluctuaciones a corto plazo generadas por grandes choques tecnológicos. Otros aportes fundamentales los hicieron Obstfeld y Rogoff (1995) con su modelo Redux basado en expectativas racionales microfundamentadas.

Una gran desventaja de los modelos basados solo en micro-fundamentos es su pobre rastreo de dinámicas y su poca habilidad predictiva, ambas a corto plazo. En respuesta a estos y a muchos otros problemas de los modelos macro a gran escala, Sims (1980) propuso los modelos de vectores autoregresivos, basados en relaciones dinámicas estimadas estadísticamente y representadas en pocas variables macroeconómicas clave. Los modelos de vectores autoregresivos (VAR) permiten realizar análisis impulso-respuesta de choques temporales, descomposición de varianza, y proyecciones de corto plazo, pero en sus versiones originales no recogían relaciones estructurales, ni permiten realizar proyecciones a largo plazo, ni simular cambios permanentes en variables predeterminadas. Por ese motivo, los modelos VAR han evolucionado, integrando cada vez más elementos estructurales (véase, por ejemplo, el trabajo de Blanchard y Quah, 1989).

I.III.II. Modelos de generaciones traslapadas

Otro grupo de MEG engloba a los modelos de generaciones traslapadas (MGT), enfocados en el equilibrio general y el crecimiento *dinámico* de economías pobladas por cohortes de poblaciones finitas que difieren en edad. Los MGT comparten con los modelos walrasianos la maximización de utilidades de los consumidores, la limpieza de mercados y la determinación endógena de precios. Sin embargo, los MGT agregan en el tiempo un número infinito de consumidores, mercancías, etc., generando diferencias sustanciales.

Los modelos de generaciones traslapadas se inician con Samuelson (1958) y Diamond (1965). Samuelson, por ejemplo, propuso un modelo con dos generaciones traslapadas: jóvenes y viejos, además agrega tiempo discreto, generando un modelo intertemporal. Feldstein (1974) realizó aportes en política fiscal estudiando las transferencias intergeneracionales y efectos en el largo plazo de políticas fiscales. Auerbach y Kotlikoff (1987) extendieron los MGT incluyendo cincuenta y cinco generaciones sobrepuestas anuales y una especificación más desarrollada de preferencias y tecnología. En general los modelos de generaciones traslapadas y sus extensiones pueden estimar efectos macroeconómicos dinámicos de política fiscal, cambio demográfico y sistema de pensiones. Por ejemplo, podemos citar a Huang, Imrohoroglu, and Sargent (1997).

Como mencionan Lozano, Villa y Monsalve (1977) hay importantes diferencias entre el modelo Arrow-Debreu (base del equilibrio general) y los MGT:

- Debreu (1970) probó que, en condiciones adecuadas, el conjunto de economías que no poseen equilibrios localmente únicos tiene medida cero dentro del conjunto de economías competitivas Arrow-Debreu (Lozano et al., 1997). En cambio, las economías de los MGT poseen un continuo de equilibrios determinísticos.
- El primer teorema del bienestar asegura que los equilibrios de la economía Arrow-Debreu son Pareto-óptimos en las condiciones usuales (convexidad de los conjuntos de consumo y de las preferencias e insaciabilidad local). En cambio, para un MGT aún con estas condiciones el equilibrio puede no ser Pareto-óptimo. Geanakoplos (1987) incluso establece que el resultado más fuerte del MGT es la ineficiencia dinámica: un equilibrio competitivo no necesariamente es Pareto-óptimo. Así mismo, según Romer (1989) en el MGT puede darse sobre-acumulación del stock de capital, el cual puede consumirse mejorando la utilidad de una generación sin detrimento de las otras dado que siempre es posible pedir prestado a la siguiente generación. Esto significa que la ineficiencia dinámica procede de la existencia de un infinito número de agentes en el modelo y un infinito número de mercados dado que las distintas generaciones se extienden hasta el infinito.

I.III. III. Modelos de equilibrio general computable (MEGC)

Shoven y Whalley (1984, 1007-1051.) proponen que “Un modelo de equilibrio general computable representa la evolución desde la estructura de equilibrio general Walrasiano, que representa en forma abstracta la economía, hacia un modelo realista de ésta”. Por otra parte, Dervis, De Melo, y Robinson (1982, 1-2) plantean una definición desde un punto de vista funcional: “Modelos Matemáticos que incorporan las relaciones fundamentales del equilibrio general entre la estructura de producción, el ingreso de varios grupos, y los patrones de la demanda”. Bajo una lógica similar, Pérez A. (2008,120) propone que “Elaborar un modelo de equilibrio general significa convertir la estructura walrasiana de equilibrio general de un modelo abstracto, en un modelo práctico que represente una economía en concreto y que permita evaluar el impacto de una política económica específica”. Igualmente De Haan (1994, 252-81) considera que los modelos de equilibrio general computable o aplicado son un tipo de modelo multisectorial que “trata de representar de forma realista una economía constituyéndose en un arma poderosa para la evaluación cuantitativa ex - ante de los efectos sobre ésta de determinadas políticas”.

De forma muy general, podemos mencionar que los modelos de equilibrio general computable (MEGC) poseen dos características: estructura multisectorial e interacciones microfundamentadas.

Respecto al componente multisectorial de los MEGC, sus orígenes pueden encontrarse en los modelos multi sectoriales basados en la matriz de contabilidad social, integración fiscal, balanza de pagos y cuentas nacionales. También tienen raíces en los modelos de planificación (multi-sectoriales), los cuales típicamente carecen de fundamentos micro a nivel de agentes económicos y determinación endógena de precios, aunque algunos optimizan explícitamente la función objetivo de un planificador central.

A partir de estos modelos multisectoriales –de los años sesenta- surgieron modelos con precios endógenos. Johansen desarrolló el primer modelo empírico con estructura multisectorial y precios endógenos para analizar el crecimiento económico en Noruega. Harberger (1962) desarrolló la primera aplicación numérica para el análisis de política de impuestos en un modelo de dos sectores. Scarf (1967) contribuyó con desarrollos algorítmicos para resolver modelos cada vez más complejos; el modelo de Scarf se

fundamenta en teoría microeconómica, intrínseca en los sistemas de ecuaciones de oferta y demanda de los modelos de equilibrio general computable desde los años setenta.

Por su parte, la inclusión de interacciones microfundamentadas en el mercado de bienes y de factores en un contexto walrasiano se puede rastrear desde las contribuciones de De Melo (1977) en lo referente al análisis de política comercial.

Los MEGC se centran en estudiar la asignación de recursos con diferentes ofertas por sector, precios relativos de bienes y factores de producción, y diferentes niveles de bienestar de diferentes grupos de ingresos. Además, siguen la tradición walrasiana de describir la asignación de recursos en una economía de mercado como resultado de la interacción de oferta, demanda y equilibrio en precios. También estos modelos sirven como una herramienta coherente para estudiar las relaciones complejas que surgen incluso a partir de modelos simples. Del estudio de este tipo de modelos surgieron dos corrientes: la escuela de linealización noruega-australiana (seguidora de Johansen) y la escuela de nivel norteamericana (su base son las ecuaciones no lineales).

Gracias al avance computacional, los MEGC son cada vez más grandes y complejos, tratando de alcanzar un mayor realismo al representar una economía. Debido a esto, aparte de incluir estructuras multisectoriales y relaciones microfundamentadas, los MEGC adquieren otras características, como las siguientes (ver Cicowiez y Di Gresia, 2004:2):

- “Hay varios agentes económicos (familias, empresas, gobierno, etc.) que interactúan.
- El comportamiento individual está basado en la optimización microeconómica.
- La mayoría de las interacciones entre los agentes se realizan a través de mercados.
- Son modelos típicamente desagregados.
- La información necesaria para construir un MEGC corresponde a un “equilibrio general” observado o caso base, y a un conjunto de estimaciones independientes de elasticidades de oferta y demanda.
- Los datos empleados en su construcción son pocos cuando se los compara con el número de parámetros de comportamiento y tecnológicos del modelo.
- La formulación de este tipo de modelos tiene como objetivo el análisis de políticas económicas”.

FORTALEZAS

- La principal fortaleza de los MEGC es su sólida base microeconómica. Los modelos especifican el comportamiento de todos los agentes económicos usando principios de optimización y elección ampliamente aceptados. Su idea es integrar el comportamiento de todos esos agentes de una manera sistemática, lo que corresponde a cómo operan los mercados cuando se encuentran en equilibrio.
- Ya sea por la interdependencia y retroalimentación de variables, es muy difícil predecir por adelantado los resultados de las simulaciones que se realicen con los MEGC. En todo caso el fundamento teórico de tales modelos hace posible rastrear los resultados de la misma, determinar los factores más importantes y explicarlos. Es decir, de una u otra forma los MEGC ayudan a afrontar el problema de estudiar la complejidad dentro de un sistema económico.

VENTAJAS

Los cepalinos Ryan, De Miguel, y Miller (2000:24) proponen como ventajas más relevantes de los MEGC, las siguientes:

- Los MEGC poseen un fundamento teórico coherente (coherencia interna), con lo cual ningún modelo produce un resultado para el que no ha sido construido en términos de su estructura.
- La flexibilidad de los algoritmos que solucionan el equilibrio ha permitido desarrollar modelos altamente desagregados, contribuyendo a su uso práctico. Además, es posible incluir aspectos estructurales correspondientes a distorsiones o fallas de mercado.
- Los MEGC tienen la posibilidad de encontrar estimaciones para ganancias o pérdidas del bienestar.
- “Permiten resolver problemas no lineales (por ende, es posible generar estructuras de costos no lineales).
- Facilitan obtener los precios de la economía en forma endógena, como resultado del libre juego de la oferta y la demanda.
- Permiten incorporar múltiples mercados.
- Cuando han sido construidos, permiten realizar un sin número de alternativas, esto

es simulaciones considerando distintas políticas.

- Permiten modelar y analizar la estructura de una determinada economía, analizando las interrelaciones directas e indirectas.
- Facilitan incorporar restricciones o variables estructurales concretas, que reflejen en forma más verídica la realidad de un país.
- Pueden cuantificar la eficiencia económica y los impactos distributivos y ambientales de políticas económicas, sociales o ambientales en forma simultánea”.

DESVENTAJAS

Chumacero y Schmidt-Hebbel (2005) señalan algunas desventajas de los MEGC.

- Falta de validación empírica.
- Los MEGC son usualmente muy grandes, incluyendo un número considerable de parámetros, y por lo regular están inmersos en estructuras complejas.
- Por los supuestos de estos modelos, sus resultados no pretenden pronosticar la realidad sino las tendencias a largo plazo alrededor de las cuales fluctúa la economía. Por lo tanto, estos modelos no pueden verificar su validez replicando una realidad pasada. Para superar esta debilidad, los modeladores deben ser muy cuidadosos en la elección de los parámetros y la forma funcional.
- Habitualmente se supone que todos los mercados alcanzan su equilibrio y ninguna decisión se toma en desequilibrio. En algunos temas de política esto no es importante, para otro tipo de política el desequilibrio persistente es fundamental pues si la economía continua operando sin todos los mercados equilibrados genera costos adicionales.
- Es difícil pronosticar el progreso tecnológico, o predecir que va a continuar a la misma tasa y con las mismas características que cuando se realizó la simulación.
- Hay un inadecuado tratamiento del sector externo, particularmente de la red de flujos comerciales. El sector externo está relacionado a las reglas de cierre. Los modeladores tienen libertad limitada en especificar el sector externo, ya que como todos los mercados son interdependientes el comportamiento de este es esencialmente determinado por lo que pase en los otros sectores.
- Se requiere un gran número de datos, por tanto los MEGC están supeditados a

amplias y rigurosas fuentes de datos. Su base estadística no es totalmente sólida, pues los parámetros de las ecuaciones han de ser manipulados para generar la solución exacta del año base. Por tanto, la calidad de los parámetros estimados puede ser criticable al depender de los datos usados en la calibración.

- Similar al anterior, hay problemas con los requerimientos de datos, disponibilidad de algoritmos, recursos computacionales, compatibilidad de datos de diferentes fuentes, agregaciones, etc

APLICACIONES

Los MEGC se justifican solo en caso de políticas con suficiente impacto para toda la economía y que requieran ser evaluadas a largo plazo. Los cepalinos de Miguel y Pereira (2011), indican como principales aplicaciones de estos modelos las siguientes:

En los años setenta, las principales aplicaciones fueron para estudiar:

- Problemas de impuestos óptimos.
- Políticas de comercio exterior en países desarrollados.

Par los años ochenta, se tienen:

- Pobreza, distribución del ingreso, estrategias de desarrollo en países en desarrollo.
- Ajuste estructural y estabilización.
- Políticas y estrategias comerciales.

En los años noventa:

- Pobreza y distribución del ingreso.
- Problemas ambientales y ecológicos.

Los modelos de equilibrio general también se aplicaron internacionalmente, en los siguientes campos:

- Impacto de políticas comerciales y macro sobre la pobreza y distribución del ingreso.
- Diseño y evaluación de impuestos.
- Evaluación de diversas políticas comerciales: política arancelaria e integración económica.
- Políticas de ajuste estructural y estabilización.
- Evaluación de modelos de desarrollo, modelos ambientales/ecológicos.
- Energía y cambio climático.

CAPÍTULO II

ALGUNOS MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL REALIZADOS EN EL ECUADOR

A continuación se revisan algunos modelos de equilibrio general realizados en el país para introducir al lector en el tema de los MEG aplicados en el Ecuador, y al mismo tiempo reiterar que el modelo que se va a proponer en este trabajo propone un avance al combinar MEG y redes pero, en cierta medida, posee una continuidad con respecto a modelos anteriores. En primer lugar se menciona una compilación de modelos económicos realizados en el Ecuador presentada por Alejandro e Izurieta (2000). Segundo, un modelo de equilibrio general computable creado por De Janvry, Sadoulet y Fargeix (1991), para países en vías de desarrollo. Luego se analiza un modelo sobre los impactos macroeconómicos de la salida del Ecuador de la Comunidad Andina de Naciones (Sáenz y Muñoz, 2012). Al final se revisa el Modelo Ecuatoriano de Equilibrio General Aplicado (MEEGA) (Pérez y Acosta, 2005), considerado como uno de los MEGC base en nuestro país; y el Modelo de Equilibrio General Aplicado Tributario (Ramírez, 2007) como una interesante variante del MEEGA.

II.I. Modelos económicos y efecto desplazamiento (Alejandro e Izurieta, 2000)

Alejandro e Izurieta (2000) clasifican algunos modelos económicos realizados en el Ecuador hasta ese momento en: modelos de equilibrio general basados en la matriz de contabilidad social (MCS); modelos econométricos; y modelos de análisis parcial. Los modelos basados en MCS a su vez se dividen de acuerdo a su comportamiento en reales y financieros; además, si se basan en la MCS, en la matriz insumo producto, o en multiplicadores. Todos estos modelos poseen versiones estructuralistas/keynesianas, las cuales se refieren a las corrientes no ortodoxas; y versiones neoclásicas que se basan en los modelos IS-LM (Hicks, 1981), MABP (Frenkel y Johnson, 1976) y RMSM (The Revised Minimum Standard Model). En el cuadro 1 se presenta una clasificación de estos modelos aplicados a la economía ecuatoriana, así como sus respectivas fuentes.

Cuadro 1. Modelos económicos aplicados al Ecuador

	MEGC basados en MCS			Econo- Métricos	Análisis parcial	
	Insumo – producto, MCS, Multipli- Cadores	Contabilidad y comportamiento		Sistema de ecuacio- nes y serie de tiempo	Analí- ticos y descrip- tivos	Empi- ricos
		Real	Real y financiero			
Estructura- listas / Keynesianos	Alarcón (1984) Marconi (1995) León(1995) Hidalgo (1996)	Jarrin (1991) Creamer (1992)	Kouwenaar (1988)	Aceituno (1988) Lenseigne (1990)	Vos (1989) Larrea (1994) Bocco (1990) Coman- der (1986)	Younger (1993)
Neoclásicos		DIE- BCE Jacome (1991) Jaramillo (1992a)	Fargaix (1990) Barbone (1990) Brixen (1995) Pérez (1997)			Jaramillo (1992b)

Fuente: Alejandro, Izurieta. (2000). Elaboración: autor.

Aparte de la clasificación del cuadro 1, Alejandro e Izurieta (2000) evalúan dentro de todos estos modelos si tiene más importancia el efecto desplazamiento (crowding out) o su efecto opuesto (crowding in), considerando el primer efecto como negativo, mientras que el segundo es considerado positivo (pues generaría actividad económica, empleo, inversión privada, crecimiento, etc.)⁶. Así, en el cuadro dos se resume cuál de los dos efectos (crowding in/crowding out) pesa más en cada modelo.

Cuadro 2. Algunos modelos económicos clasificados por crowding out/crowding in

	MEGC basados en MCS		Econo- Métricos	Análisis parcial	
	Insumo –	Contabilidad y	Sistema		

⁶ Además, también su trabajo se enfoca en el comportamiento institucional, y las interacciones entre agregados del sector público y privado.

	producto, MCS, Multiplica- -dores	comportamiento		de ecuacio- nes y serie de tiempo	Análí- ticos y descrip- tivos	Empi- ricos
		Real	Real y financiero			
Efecto Crowding in		Jarrin (1991)		Aceituno (1988) Lenseigne (1990)	Larrea (1994) Bocco (1990) Coman- der (1986)	Younger (1993)
Efecto Mixto		Creamer (1992) Jaramillo (1992)	Kouwenaar (1988) Fargaix (1990)		Vos (1989)	Jaramillo (1992)
Efecto Crowdingout	Marconi (1995) Hidalgo (1996)	DIE- BCE Jacome (1991)	Barbone (1990) Perez (1997)			

Fuente: Alejandro., Izurieta. (2000). Elaboración: autor.

II.II. Modelo de equilibrio general computable (De Janvry et al. 1991)

Este modelo de equilibrio general es dinámico y posee un lado financiero y uno real. Se enmarca en un estudio hecho por De Janvry, Sadoulet y Fargeix (1991), sobre las políticas de ajuste y equidad, realizado para países en vías de desarrollo (particularmente Ecuador).

De Janvry et al. (1991) plantean un modelo que reproduzca la trayectoria año a año de las tendencias históricas de variables endógenas. Es decir, el modelo sirve como “laboratorio de políticas” para hacer juicios acerca de sus efectos sobre crecimiento y

bienestar. La evaluación de políticas alternativas sigue tres criterios: factibilidad política, impacto en crecimiento del PIB, y efectos en el bienestar⁷.

Con este objetivo, se construyó un modelo de equilibrio general específico, con alto detalle, que capture la estructura y comportamiento de la economía ecuatoriana. La calibración del modelo se basó en la matriz de contabilidad social con año base 1980. Las elasticidades son tomadas de estimaciones econométricas previas, conjeturas, o de otros países.

Para modelos dinámicos, el escenario base debe calibrarse contra las trayectorias observadas de las variables endógenas del modelo. Este escenario incluye no solo cambios observados en las variables exógenas (población, precios internacionales, etc.), sino también en instrumentos de política y choques exógenos (p.ej. clima). A fin de realizar esta calibración, se considera que en cada año observado la economía se encuentra en equilibrio.

El modelo usa el “laboratorio de política” para analizar una determinada opción o conjunto de opciones versus los antecedentes históricos de qué pasó en Ecuador luego de que comenzó la crisis de la deuda. Es decir, se comparan las tendencias históricas con un escenario base histórico sobre qué hubiera pasado en el país si no hubiera existido deuda ni choques en el precio del petróleo en esa época (años ochenta). El modelo compara políticas alternativas, por ejemplo: una situación donde el ajuste a los choques puede ser a través de la tasa cambio en comparación a una donde la austeridad fiscal se impone.

El lado real del modelo de equilibrio sigue una especificación neoclásica. El marco estándar, sin embargo, fue extendido para capturar dos características importantes para analizar políticas de estabilización: el papel del gasto corriente del gobierno en crear utilidades, y el rol de la inversión pública y privada en crear ganancias. En cambio, el lado financiero del modelo permite endogenizar la determinación de variables monetarias claves: tasa de interés e inflación. Junto con estas dos variables endógenas monetarias se crean dos mercados: el mercado de fondos prestables y el mercado monetario.

⁷Para los autores, los principales instrumentos usados en el Ecuador para la estabilización económica, dadas las restricciones políticas del período en el cual se centra el estudio (1990), fueron: ajuste de tipo de cambio, política monetaria, política fiscal, represión salarial para el trabajo no calificado, focalización de gasto fiscal en grupos sociales particulares, persuasión y cooptación, grado de autonomía del estado, y la función objetivo del propio gobierno (que fue la transición a un modelo de restauración y crecimiento económico).

Así mismo, en este modelo se incluyen los siguientes agentes: banco central, bancos comerciales, hogares, empresas, gobierno, sector externo. Así también funciones típicas para estos modelos como son: CES, CET, Cobb-Douglas, entre otras.

Los hogares se disgregan en urbanos y rurales. Los hogares urbanos se dividen según su nivel de educación formal en bajo, medio, alto. Los hogares rurales se clasifican según el tamaño de sus propiedades (haciendas) en no agrícolas, pequeño, medianos, y grandes. El ahorro de los hogares está localizado entre moneda doméstica, bonos domésticos, activos extranjeros, o pueden ser directamente invertidos en activos físicos productivos y vivienda.

El equilibrio en el mercado de fondos prestables establece que el total de depósitos estén en los bancos comerciales, que se disminuya los requerimientos de reserva, y se equipare los préstamos de las empresas y el gobierno. El equilibrio en el mercado de dinero implica que la demanda de dinero de los hogares y las empresas equiparen la oferta de dinero determinada por el Banco Central. Esta oferta de dinero es proporcional a la base monetaria que iguala al crédito doméstico realizado por el Banco Central al gobierno, más el valor actual local de las reservas extranjeras. Estos equilibrios determinan la tasa de interés doméstica y el nivel general de precios en la economía.

Este es un modelo de equilibrio general neoclásico en un marco macroeconómico, basado en un modelo IS-LM donde, para un nivel de precios dado, el desbalance ahorro-inversión es limpiado por la tasa de interés. El modelo IS-LM determina el nivel de demanda agregada, mientras que la oferta agregada sigue una especificación neoclásica donde la oferta depende inversamente del salario real.

Los experimentos de política, las simulaciones y los gráficos se los realiza de acuerdo al ajuste de tasas de interés, ajuste fiscal y al ajuste monetario. Así también se realiza un análisis de sensibilidad en lo relacionado al impacto de la inflación sobre la inversión, el impacto de la inflación en la fuga de capitales, y el rol de la flexibilidad en el sistema financiero. Por ejemplo, en cuanto al ajuste monetario, el modelo concluye que el costo en el corto plazo de la crisis sobre el crecimiento económico es menor con un tipo de cambio ajustado que con políticas monetarias.

II.III. Modelo de análisis de choques exógenos y de protección económica y social MACEPES (Sáenz y Muñoz, 2012)

El modelo MACEPES, planteado por Sáenz y Muñoz (2012), estima los posibles impactos macroeconómicos en el Ecuador de una salida de la Comunidad Andina de Naciones (CAN). Este modelo se basa en la matriz de contabilidad social realizada por Cicowiez y Zamorano (2007), aunque este estudio solo se centró en aspectos económicos, dejando de lado aspectos culturales, políticos, institucionales, etc.

Según Sáenz y Muñoz, el MACEPES es un modelo de equilibrio general aplicado de carácter *dinámico-recursivo*, que permite estimar los efectos de corto y largo plazo de una gran variedad de shocks económicos. La versión presentada por Sáenz y Muñoz (2012) del MACEPES incorpora varios destinos para las exportaciones, incluyendo socios comerciales del Ecuador como Estados Unidos, la Unión Europea, Perú, Colombia, China, y el MERCOSUR.

La estructura del modelo se presenta desde el lado de consumo (importaciones) en dos niveles: El primer nivel presenta una función de preferencias tipo CES entre lo doméstico y lo importado. A su vez lo importado se distribuye por cada país mediante una CES. De otra parte, desde el lado de la producción (exportaciones) se establecen dos niveles. El primer nivel con una función CET entre lo doméstico y exportado. Lo exportado se distribuye por país también mediante una función CET.

En lo que respecta a las reglas de cierre, el gobierno lo hace a través de impuestos indirectos (IVA e ICE), permitiendo equilibrar el presupuesto debido a que los ingresos tributarios son más cuantiosos que los ingresos petroleros. El cierre ahorro-inversión se hace de forma neoclásica: tasas de ahorro exógenas y la inversión se ajusta endógenamente. En el cierre del resto del mundo, el tipo de cambio real es la variable endógena que mueve exportaciones e importaciones.

En cuanto a la información, se utiliza la MCS de 2007 con ciertas ampliaciones como la cuenta de bienes a veinte y nueve categorías según la base de datos del Banco

Mundial (World Integrated Trade Solution). Además, se incluyen las tasas arancelarias que establecería el Ecuador a países de la CAN.

Armado el modelo, una pregunta fundamental es saber cuál es el arancel uniforme impuesto a las importaciones que dejaría las importaciones agregadas a su nivel actual. Para responder esta pregunta el estudio hace referencia a Looi Kee et al. (2009), quien plantea una fórmula para su cálculo. Así los escenarios planteados por Sáenz y Muñoz intentan reducir la incertidumbre sobre las tasas arancelarias impuestas a las principales variables macroeconómicas (PIB a precios de mercado y factores, exportaciones, formación bruta de capital fijo, consumo del gobierno, consumo privado, importaciones) del país por parte de sus socios comerciales de la CAN (Perú, Bolivia y Colombia). Además, se simulan cambios aislados de tasas arancelarias en bienes principales⁸.

Al final, los resultados establecen que este tipo de políticas favorecen a ciertos sectores y perjudican a otros. Se presentan resultados específicos como que la imposición de tasas arancelarias del Ecuador a países de la CAN tiene un efecto negativo en las principales variables macroeconómicas aunque con pequeñas variaciones en el periodo 2012 – 2015. En el caso de las exportaciones también se observa un efecto negativo en todos los escenarios planteados en el mismo período. Respecto a bienes puntuales, por ejemplo, maquinaria y productos textiles, se observa un incremento en el precio. Otra variable que se estudia es el desempleo, el cual baja en pequeña proporción con referencia al año base. A pesar de aumentar los aranceles a las importaciones del Ecuador respecto a la CAN, lo que generaría un mayor ingreso al fisco, esto se ve disminuido por la caída en el consumo privado, reduciendo la recaudación de los impuestos de IVA e ICE.

II.IV. Modelo ecuatoriano de equilibrio general aplicado MEEGA (Pérez y Acosta, 2005)

El modelo ecuatoriano de equilibrio general aplicado (MEEGA) es un modelo estático planteado por Pérez y Acosta (2005) buscando estimar los posibles efectos para la

⁸ Los bienes principales se determinan en base a las importaciones y exportaciones de los países de la CAN, 5 o 6 de cada país miembro y cuya participación en conjunto sea mayor al 90% del total. Las tasas arancelarias se las consideró como MFN (Most Favoured Nation), debido a la disponibilidad de datos de la CAN. También se plantea un escenario promedio, es decir, una tasa arancelaria promedio.

economía ecuatoriana de la firma del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos. En la propuesta de Pérez y Acosta el modelo trabaja con la estructura contable de la matriz de contabilidad social del 2001 y considera a los consumidores, las firmas, el sector externo y el gobierno como agentes.

Otro aspecto que trata el modelo son las reglas de cierre. La primera considera al ahorro del gobierno y las tasas impositivas: ahorro como variable de ajuste y tasas impositivas fijas. La segunda con las tasas de impuestos directos: se supone que estas tasas que corresponden a los hogares y empresas tengan un ajuste endógeno para generar un nivel fijo de ahorro del gobierno. Para el equilibrio ahorro-inversión las reglas de cierre son del tipo neoclásico, a través de un mercado de fondos prestables, y cambios en el producto e ingreso.

El modelo trabaja con veinte y siete sectores seleccionados de acuerdo a la economía del país y la balanza de pagos. Así mismo, presenta una disgregación de hogares en cinco categorías (calificados, no calificados, no agrícolas, pequeños y grandes). El gobierno actúa como agente exógeno no optimizador. Y el sector externo se considera a dos países principales (EEUU y Canadá) y el resto del mundo.

Respecto a la producción agregada por industria, presentan tres niveles de agregación. En el primer nivel se determinan las cantidades a consumir y producir. En el segundo nivel se determina el valor agregado como formal o informal. Y en el tercer nivel se determina la demanda de factores productivos (trabajo, capital y un factor mixto) y pago de impuestos. La producción agregada por industria es de tipo Leontief anidada entre otra Leontief del consumo intermedio y el valor agregado. El valor agregado se modela con una función de producción tipo CES entre el valor agregado formal e informal. Determinado el nivel de producción, el modelo lo distribuye en dos tipos de bienes: típicos y no típicos, maximizando las ganancias de las empresas.

Además, se describe la distribución de la oferta nacional del bien, entre el mercado doméstico y el de exportación. La producción nacional se asigna al mercado local junto con los bienes importados que son agregados mediante el supuesto de Argminton. Por último, está la maximización de utilidad de los hogares con una función de utilidad tipo CES.

La siguiente fase es la limpieza de mercados de factores, bienes y al final las reglas de cierre. Por último, entre los resultados se presentan tres posibles escenarios para simulación: si se firma el tratado de libre comercio, si no se firma el tratado, y los impactos a corto plazo de los bienes desgravados.

A más de utilizar el MEEGA con el fin de evaluar la firma de un tratado de libre comercio, Pérez y Acosta (2005) proponen otros usos para el MEEGA:

- Estudios de los efectos de distintas propuestas de política económica, p.ej., evaluación de política fiscal y tributaria.
- Desagregación del impacto fiscal del Gobierno Central y demás entidades públicas.
- Tratamiento de política tributaria, p.ej., curva de Laffer.
- Determinación de los impactos de proyectos de inversión específicos (sector petrolero, ITT, eléctrico, etc.).

II.V. Modelo de Equilibrio General Aplicado Tributario MEGAT (Ramírez, 2007)

El modelo de equilibrio general aplicado tributario (MEGAT) fue realizado por Ramírez (2007) para entender mejor el comportamiento de los agentes productivos en relación al pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA), Impuesto a la Renta Causado (IRC), e Impuesto a los Consumos Especiales (ICE), en un enfoque de equilibrio general.

El MEGAT usa como punto de partida el MEEGA de Pérez y Acosta (2005) en lo referente a supuestos, agentes, ecuaciones, funciones de producción, y fuente de datos. Se usa la matriz de contabilidad social de 2001 y se incluyen cuentas de generación y asignación del ingreso, también una cuenta asignada a la actividad tributaria. Entre los elementos nuevos se encuentra un desglose mucho más desagregado y adaptado del pago del IVA e ICE por producto nacional y extranjero en comparación al MEEGA original. Otros cambios sustanciales son: aumenta la desagregación a treinta y tres sectores; hay un solo sector externo; hay un cambio en las transacciones de los hogares hacia el gobierno; se distingue el ICE e IVA en la oferta final de bienes y servicios y se incorpora un agente “evasor”.

Lo que más resalta en las nuevas ecuaciones del MEGAT es el factor correspondiente a la tasa del IRC de personas en relación de dependencia, personas naturales y sociedades. En el caso del IVA e ICE los cambios son más complicados pues estos impuestos son cobrados en el consumo final. Las ecuaciones resultantes incluyen factores de tasas referenciales tanto de IVA como de ICE en la parte de la oferta final de bienes, más no así en el consumo endógeno nacional; todo esto en contraste con las ecuaciones del MEEGA.

El comportamiento del agente evasor se basa en las contribuciones de Allihgan y Sandmo (1972), Marelli (1984). Uno de los planteamientos más relevantes consiste en “dejar suelto” al agente evasor, es decir, la probabilidad de su captura depende de él. La evasión tributaria de personas naturales en el pago del IRC se modela con el agente evasor como una función de utilidad ya que obtiene cierta ganancia al no pagar impuestos. En la función de maximización de la utilidad de este agente, está el parámetro de probabilidad y en las restricciones está presente la tasa de IRC con la base imponible. La evasión de personas jurídicas o sociedades en el pago del IVA e IRC se modela de manera similar, asumiendo que el agente “evasor” puede eludir o no el pago simultáneamente de ambos impuestos, enfrentando tres posibilidades: no ser detectado; ser detectado en uno de los dos impuestos; y ser detectado en la evasión de los dos impuestos⁹.

Los resultados del MEGAT muestran que una disminución del IRC llevaría a una expansión nominal poco significativa de la economía. Las simulaciones estiman que hay una distorsión sectorial vinculada específicamente con la industria pesada y el comercio para el caso del IVA. Así el modelo puede estimar qué está pasando con cada sector en la economía, volviéndose una herramienta de análisis tributario.

⁹ Respecto a la penalidad existen dos mecanismos muy estudiados y difundidos. Para el MEGAT y de acuerdo a la ley de Régimen Tributario se construyó una penalidad tipo Yitzaki y a la vez un mecanismo evasor bajo la probabilidad exógena y ajena a la invariabilidad de la tasa impositiva, esto mediante una combinación de estos mecanismos con una constante de rigidez en la determinación de la multa.

CAPÍTULO III

MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO A LA CONCENTRACIÓN EMPRESARIAL (MEGACE)

En este capítulo se plantea, en términos teóricos, el modelo de equilibrio general aplicado a la concentración empresarial (MEGACE), tomando como referencia el modelo teórico multisectorial propuesto por Acemoglu et al. (2013).

III.I. Eficiencia, estabilidad y choques

Gallegati y Kirman (1999) proponen que el comportamiento agregado de una economía no puede ser investigado a partir del comportamiento aislado de los individuos. Las empresas interactúan solo con un número pequeño de otras empresas, ellas pueden aprender y adaptarse a la nueva realidad incrementando sus ganancias y reduciendo sus costos. Todo esto basado en la experiencia previa. Por tanto, para Gallegati y Kirman, se puede mirar la economía como una evolución de redes, motivo por el cual para plantear el MEGACE se va a empezar brindando algunas definiciones de teoría de redes.

Un grafo G es un par ordenado de conjuntos $G=(N,E)$, donde N es el conjunto de nodos (agentes, vértices, jugadores, empresas, etc.) y E son las aristas (link, edges, ties en inglés). Un grafo es dirigido¹⁰ si cada arista tiene un sentido definido (se puede pensar como un nodo de partida y otro de llegada). Si a esto agregamos un peso o ponderación a cada arista, tenemos un grafo dirigido ponderado¹¹.

Así, dado un grafo G , los nodos que pertenezcan al grafo se notarán como $i, j \in G$, por su parte $ij \in G$ hace mención a una arista del nodo i al nodo j , y w_{ij} será la ponderación de la arista que conecta a esos nodos. Por su parte, la matriz de adyacencia de un grafo G relativa a todos los vértices es una matriz $A(G)$ donde $a_{ij} = 1$ si el nodo i es adyacente (está junto) al nodo j y $a_{ij} = 0$ en caso contrario. Definimos también una función de utilidad (o pagos) que describe los beneficios de un nodo al ser parte de la red. Tal función de utilidad $u:G \rightarrow \mathbb{R}$ toma un nodo $i \in N = \{1, 2, \dots, n\}$ del grafo G y le asigna un número real u_i . Con ello la

¹⁰ Cabe destacar que existen varios tipos de grafos p.ej. simples, múltiples, dirigidos, ponderados, etc.

¹¹ Para Jackson (2008) la forma canónica de una red es un grafo no dirigido, donde dos nodos están interconectados o no.

medida de eficiencia, también conocida como la utilidad total U de la red G , se define como $U(G) = \sum_{i=1}^n u_i(G)$.

A partir de estas definiciones podemos introducir el concepto de *eficiencia* en redes. Una red se considera eficiente si maximiza la utilidad total de la red $U(G)$ a través de todas las posibles redes $g \in G$ con n nodos, es decir, dado un número de nodos fijo n , $g \in G$ es la red más eficiente si para toda $g' \in G$ se tiene que $\sum_{i=1}^n u_i(g) \geq \sum_{i=1}^n u_i(g')$. Por tanto, una red es eficiente si maximiza los beneficios de la sociedad, representados en las funciones de utilidad u_i . En otras palabras, una red es ineficiente si hay otra red que lleva a pagos superiores para todos los miembros de la sociedad. Siempre existirá una red eficiente dado que hay un número finito de redes que se pueden construir con n nodos.

Por otro lado, una red eficiente no siempre será la que más aristas tenga (como se podría suponer por el recorrido de la función de utilidad), ya que cada arista es ponderada y varía de red en red. Al mantener las mismas redes g , y probar para varias funciones de utilidad u_i , las redes más eficientes no necesariamente coincidirán para cada función de utilidad. Al aplicar este concepto a un modelo real se puede presentar el caso que alguna de las aristas propuestas de la red eficiente no se pueda implementar por rivalidad, lo que llevaría a un error en el modelo teórico. Este error nos dice que se necesitaría un parámetro adicional a la ponderación y la función de utilidad; por ejemplo, una probabilidad.

Consideremos una función de utilidad u_i que cada agente recibe como pago de la red. Una red $g \in G$ es estable por parejas si:

- i) Para todo par de nodos $ij \in g$ ¹², $u_i(g) \geq u_i(g-ij)$ y $u_j(g) \geq u_j(g-ij)$.
- ii) Para todo par de nodos $ij \notin g$, si $u_i(g+ij) > u_i(g)$ entonces $u_j(g+ij) < u_j(g)$.

Es decir, una red es estable por parejas si ningún jugador quiere eliminar ni agregar un link, por tanto si una red g' es tal que la creación de un nuevo link podría beneficiar a los jugadores involucrados, entonces g' no es estable por parejas¹³.

¹² Dado que g es un grafo, $g + ij$ se entenderá como aumentar la arista que va del nodo i al j en el grafo g .

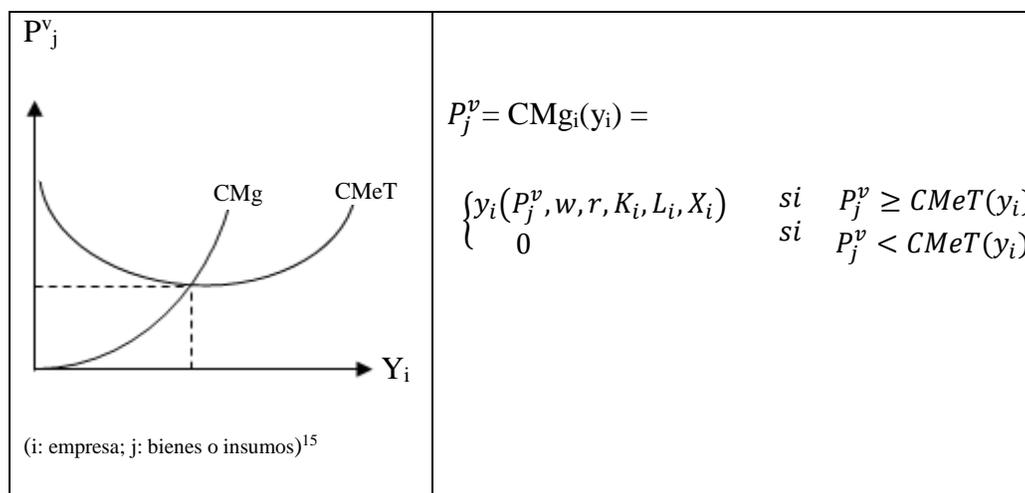
¹³ Al aplicar el concepto de eficiencia y estabilidad en un grupo de redes, el resultado más probable será que una red eficiente no sea necesariamente estable y viceversa; Jackson (2008) estudia a profundidad la "tensión" entre la eficiencia y estabilidad en redes. Además, propone la construcción teórica de una red que cumpla estos conceptos.

Las ideas de eficiencia y estabilidad en redes se combinan con el uso de choques idiosincráticos (es decir, de tipo microeconómico). Tales choques, que se usan debido al nivel de desagregación (empresarial) de la matriz insumo producto, se modelarán como variables aleatorias normales¹⁴ independientes e idénticamente distribuidas entre las empresas y que afectan directamente a su productividad, es decir $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$. El propósito de estos choques es saber si luego de que estos sucedan, cuántas empresas se quedan en el mercado cuando la economía se ajuste y nuevamente se obtenga una red eficiente y estable.

III.II. Planteamiento del MEGACE

Se inicia con el problema de la empresa. Las empresas en la industria son precio aceptantes, con una condición de cierre en el corto plazo. Los precios varían no solo por factores internos sino también por factores externos (no controlados), esto obliga a que el mercado sea dinámico. Para saber la condición de cierre de cada empresa nos valemos de la teoría de la firma. En concreto, una empresa no producirá un bien si el precio de ese bien es menor que el mínimo de su curva de costo medio total (CMet) porque tendría un beneficio negativo (pérdidas). Por otro lado, si el precio de un bien es mayor al costo medio total, la producción de ese bien será igual al costo marginal (CMg) se tendrá beneficio. El siguiente gráfico resume lo anterior:

Gráfico 2. Criterio de producción de la empresa



¹⁴ Cabe señalar que los choques son funciones impulso-respuesta, y necesitan de una distribución de probabilidad para ser definidos. Esta distribución de probabilidad puede ser de cualquier tipo; por ejemplo, normal, exponencial, Pareto, etc.

¹⁵Para una mayor facilidad en la lectura del documento, cada vez que aparezca un nuevo símbolo se pondrá el significado.

Fuente: W. Pérez, C. Rojas. Autor: propio.

donde:

i, j : índices. i : empresa; j : bien o insumo,

P^v_j : precio de venta del bien j ,

CMg: costo marginal,

CMeT: costo medio total,

Y_i : producción de la empresa i ,

X_i : consumo de la empresa i ,

K_i : capital de la empresa i ,

L_i : trabajo de la empresa i ,

w : precio del trabajo,

r : precio del capital.

Los modelos de equilibrio general trabajan en base a supuestos, para este modelo los supuestos son los siguientes:

- Las empresas pueden entrar y salir del mercado, es decir, se trabaja bajo las hipótesis de competencia perfecta.
- Racionalidad de los agentes (empresas, hogares).
- Los mercados se limpian (equilibrio en los mercados).
- Ganancia cero para hogares y empresas.
- Hay n empresas en el mercado, cada una de ellas produce n bienes y hay n precios.

El MEGACE resuelve el equilibrio en precios y cantidades. Una fuente de datos posible es la red insumo producto propuesta a un nivel empresarial en el capítulo anterior. El modelo planteado es de carácter estático y multisectorial, consta de dos partes fundamentales: el problema del productor donde se consideran costos de los factores,

costos fijos y un costo por producir; y el problema del consumidor donde interviene el gasto de los hogares y su renta.

En el MEGACE intervienen varios agentes económicos que interactúan entre sí de la siguiente manera.

- Debido a que se plantea una matriz insumo producto totalmente desagregada (con datos tomados de los anexos transaccionales), es decir, a nivel empresarial, el primer agente a considerar son las *empresas*. Estas maximizan sus ganancias, ocupan factores productivos (trabajo y capital) para producir, minimizan sus costos y comercian con otras empresas.
- Otro importante agente que realiza transacciones es *el gobierno*. El gobierno realiza compras y ventas de bienes sin fines de lucro, es considerado exógeno.
- *Los hogares* (consumidores) son considerados como el destino de la producción. Ellos maximizan sus utilidades sujeto a los ingresos. Aquí se modela un solo hogar representativo.
- El *sector externo* realiza transacciones con las empresas desde y hacia el exterior.

En concreto, el MEGACE se plantea de la siguiente manera. La función de producción propuesta para resolver el problema de la firma tiene 3 niveles. En un primer nivel, la producción se determina por una tecnología de rendimientos constantes a escala tipo Cobb Douglas entre el valor agregado y los insumos. En un segundo nivel el valor agregado se determina por una tecnología de retornos decrecientes de escala tipo Cobb Douglas entre el capital y trabajo. En este nivel interviene un factor de productividad que viene determinado por los choques idiosincráticos.

En un tercer nivel los insumos se determinan por una tecnología tipo CES. Para este nivel se considera el consumo intermedio (considerado fijo) y un parámetro de eficiencia. La siguiente fórmula muestra la función de producción (Y) planteada por empresa:

$$Y_i(K_i, L_i, X_i) = VA^{\beta_i} * INS^{1-\beta_i}$$

donde:

VA: valor agregado,

INS: insumos.

Específicamente, en la función de producción, el valor agregado y los insumos se modelan de la siguiente manera:

Ecuación 1. Función de producción

$$Y_i(K_i, L_i, X_i) = (e^{\rho_i \varepsilon_i} K_i^{\beta_i} L_i^{\alpha_i})^{\beta_i} * \left[\left(\sum_{j=1}^n \beta_i^j X_{ji}^{\rho_i} \right)^{\frac{\gamma_i}{\rho_i}} \right]^{1-\beta_i}$$

Fuente: W. Pérez, C. Rojas. Elaboración: autor.

donde,

j: bien o insumo,

β_i^j : parámetro de proporción (importancia del bien),

e: logaritmo neperiano,

α : elasticidad del trabajo, con $0 < \alpha < 1$

β : elasticidad del capital, con $0 < \beta < 1$

γ : parámetro de rendimiento a escala de la CES,

ρ : parámetro de elasticidad de la CES,

ε : parámetro del choque.

Desde el punto de vista neoclásico el modelo resuelve la maximización del beneficio de las empresas (considerando precio por la cantidad producida menos los costos de producción), y de las utilidades del consumidor (modelados con una función CES) sujeta al ingreso. Recordemos que hay n empresas (cada empresa produce n bienes) y n precios. Esto escrito en términos del consumo intermedio X_{ji} para la empresa i es:

$$X_i = \begin{pmatrix} x_{1i} \\ x_{2i} \\ x_{3i} \\ \dots \\ x_{ni} \end{pmatrix}; P = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ \dots \\ p_n \end{pmatrix}$$

Se plantea el problema de la producción teniendo en cuenta que, los costos a considerar son los referentes a trabajo y capital (se considera fijo). También se consideran costos fijos e.g. arriendos; por último, se considera el precio de los bienes y la cantidad de insumos. El planteamiento del problema de la producción por empresa es:

Ecuación 2. Problema de la producción

$$\begin{aligned} \max_{\{L_i, X_i\}} & P_j^v Y_i(K_i, L_i, X_i) - wL_i - rK_i - P_j^c X_i - CF_i \\ \text{s. a.} & y_i = e^{\rho_i \varepsilon_i} K_i^{\beta_i} L_i^{\alpha_i} \left[\sum_{j=1}^n \beta_j^i X_{ji}^{\rho_i} \right]^{\frac{\gamma_i}{\rho_i}} \end{aligned}$$

Fuente: W. Pérez¹⁶ y C. Rojas. Autor: propio.

Se resuelve la maximización anterior respecto al consumo intermedio (X_{ji}^*) y el trabajo (L_i^*), se obtiene lo siguiente:

Ecuación 3. Consumo intermedio óptimo

$$X_{ji}^* = \left(y_i K_i^{-\beta_i} \left(\frac{\gamma W}{\alpha_i} \right)^{\alpha_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \left(\frac{P_j^c}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i - 1}} \left[\sum_k \left(\frac{P_k^c}{(\beta_k^i)^{\rho_i}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i - 1}} \right]^{\frac{-\left(\frac{\alpha_i \rho_i + \gamma_i}{\alpha_i + \gamma_i} \right)}{\rho_i}}$$

De igual manera se obtiene el trabajo.

Ecuación 4. Cantidad de trabajo óptima

$$L_i^* = \left(e^{-\rho_i \varepsilon_i} y_i K_i^{-\beta_i} \right)^{\frac{1}{\gamma_i + \alpha_i}} \left(\frac{\alpha_i}{\gamma_i w} * \sum_j P_j^c X_{ji}^* \right)^{\frac{\gamma_i}{\gamma_i + \alpha_i}}$$

Se encuentra el costo total (CT), costo medio total (CMeT) y el costo marginal (CMg).

¹⁶ Planteamiento propuesto por W. Pérez y C. Rojas; en su resolución se trabajó en conjunto.

Para el costo total se tiene que:

$$CT(y_i) = CF_i + rK_i + wL_i^* + \sum_j P_j^c X_{ji}^*$$

Es decir,

$$CT(y_i) = rK_i + CF_i + wy_i^{\frac{\alpha_i + 2\gamma_i}{\gamma_i + \alpha_i}}$$

$$* \left(e^{-\rho_i \varepsilon_i} K_i^{-\beta_i} \right)^{\frac{1}{\gamma_i + \alpha_i}} \left(\frac{\alpha_i}{\gamma_i W} * \sum_j P_j^c \left(\frac{P_j^c}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i - 1}} \left(\left(\frac{\gamma_i W}{\alpha_i} \right)^{\alpha_i} K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \left[\sum_k \left(\frac{P_k^c}{(\beta_k^i)^{\frac{1}{\rho_i}}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i - 1}} \right]^{\frac{\gamma_i + \alpha_i \rho_i}{(\alpha_i + \gamma_i) \rho_i}} \right)^{\frac{\gamma_i}{\gamma_i + \alpha_i}}$$

$$+ y_i^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \sum_j P_j^c * \left(\frac{P_j^c}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i - 1}} \left(\left(\frac{\gamma_i W}{\alpha_i} \right)^{\alpha_i} K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \left[\sum_k \left(\frac{P_k^c}{(\beta_k^i)^{\frac{1}{\rho_i}}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i - 1}} \right]^{\frac{\gamma_i + \alpha_i \rho_i}{(\alpha_i + \gamma_i) \rho_i}}$$

El costo medio total es el costo total sobre la producción,

$$CMeT(y_i) = \frac{CT(y_i)}{y_i}$$

Es decir,

$$\begin{aligned}
CM_eT(y_i) &= \frac{rK_i + CF_i}{y_i} + wy_i^{\frac{\alpha_i + 2\gamma_i}{(\gamma_i + \alpha_i)^2} - 1} \\
&\quad * \left(e^{-\rho_i \varepsilon_i} K_i^{-\beta_i} \right)^{\frac{1}{\gamma_i + \alpha_i}} \left(\frac{\alpha_i}{\gamma_i w} * \sum_j P_j^c \left(\frac{P_j^c}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i - 1}} \left(\left(\frac{\gamma_i w}{\alpha_i} \right)^{\alpha_i} K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \left[\sum_k \left(\frac{P_k^c}{(\beta_k^i)^{\frac{1}{\rho_i}}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i - 1}} \right]^{\frac{\gamma_i + \alpha_i \rho_i}{(\alpha_i + \gamma_i) \rho_i}} \right)^{\frac{\gamma_i}{\gamma_i + \alpha_i}} \\
&\quad + y_i^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i} - 1} \sum_j P_j^c * \left(\frac{P_j^c}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i - 1}} \left(\left(\frac{\gamma_i w}{\alpha_i} \right)^{\alpha_i} K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \left[\sum_k \left(\frac{P_k^c}{(\beta_k^i)^{\frac{1}{\rho_i}}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i - 1}} \right]^{\frac{\gamma_i + \alpha_i \rho_i}{(\alpha_i + \gamma_i) \rho_i}}
\end{aligned}$$

Por último, se encuentra el costo marginal mediante la fórmula:

$$\begin{aligned}
CMg(y_i) &= w \frac{\alpha_i + 2\gamma_i}{(\gamma_i + \alpha_i)^2} y_i^{\frac{\alpha_i + 2\gamma_i}{(\gamma_i + \alpha_i)^2} - 1} * \left(e^{-\rho_i \varepsilon_i} K_i^{-\beta_i} \right)^{\frac{1}{\gamma_i + \alpha_i}} \left(\frac{\alpha_i}{\gamma_i w} * \sum_j P_j^c \left(\frac{P_j^c}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i - 1}} \left(\left(\frac{\gamma_i w}{\alpha_i} \right)^{\alpha_i} K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \left[\sum_k \left(\frac{P_k^c}{(\beta_k^i)^{\frac{1}{\rho_i}}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i - 1}} \right]^{\frac{\gamma_i + \alpha_i \rho_i}{(\alpha_i + \gamma_i) \rho_i}} \right)^{\frac{\gamma_i}{\gamma_i + \alpha_i}} \\
&\quad + \frac{1}{\alpha_i + \gamma_i} y_i^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i} - 1} \sum_j P_j^c * \left(\frac{P_j^c}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i - 1}} \left(\left(\frac{\gamma_i w}{\alpha_i} \right)^{\alpha_i} K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \left[\sum_k \left(\frac{P_k^c}{(\beta_k^i)^{\frac{1}{\rho_i}}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i - 1}} \right]^{\frac{\gamma_i + \alpha_i \rho_i}{(\alpha_i + \gamma_i) \rho_i}} .
\end{aligned}$$

Otro agente importante que interviene en el modelo son los hogares. Los hogares maximizan sus utilidades sujeto a una restricción presupuestaria (aquí se considera un solo hogar representativo, y se trabaja con las preferencias CES). Se plantea el problema del consumidor de la siguiente manera:

Ecuación 5. El problema del consumidor

$$\max_{\{C_j\}} \left(\sum_j \delta_j (C_j)^{\rho^H} \right)^{\frac{1}{\rho^H}}$$

$$s. a. \quad I = \sum_j P_j^v C_j$$

donde:

C_j : consumo del bien j ,

δ_j : coeficiente de proporción del bien j ,

I : restricción presupuestaria,

ρ^H : elasticidad de los hogares,

H : indicador de hogares.

Se resuelve la maximización y se encuentra el consumo del bien j :

Ecuación 6. Cantidad del bien a consumir

$$C_j = I \left(\frac{\delta_j}{P_j^v} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \left(\sum_k \left(\frac{\delta_k}{(P_k^v)^{\rho^H}} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \right)^{-1}$$

Se procede a plantear las ecuaciones del MEGACE en lo referente a ganancia cero y limpieza del mercado.

1) Ganancia cero: La producción total se destina al pago de factores.

$$p_i y_i = wL_i + rK_i + \sum_j P_j X_{ji} + CF_i$$

2) Limpieza de mercados.

2.1) Bienes. La producción de las empresas se la destina al consumo de los hogares y otras empresas.

$$y_i = c_i + \sum_j X_{ji}$$

2.2) Trabajo. La cantidad de trabajo por empresa es igual a la cantidad de trabajo de toda la economía, es decir, no hay trabajo inútil.

$$\sum_{i=1}^n L_i = \bar{L}$$

2.3) Renta. La renta obtenida para los hogares es totalmente empleada, ningún factor permanece ocioso.

$$I = \sum_i \left(wL_i + rK_i + \sum_j P_j X_{ji} + CF_i \right)$$

Se presentan un cuadro donde se resumen las principales ecuaciones del MEGACE.

Cuadro 3. Resumen de ecuaciones del MEGACE

Ecuaciones del MEGACE	Numeración
$I = \sum_i \left(wL_i + rK_i + \sum_j P_j X_{ji} + CF_i \right)$	(1)
$X_{ji}^* = \left(y_i K_i^{-\beta_i} \left(\frac{\gamma W}{\alpha_i} \right)^{\alpha_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \left(\frac{P_j}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i - 1}} \left[\sum_k \left(\frac{P_k}{(\beta_k^i)^{\rho_i}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i - 1}} \right]^{\frac{-\rho_i (\alpha_i \rho_i + \gamma_i)}{\rho_i (\alpha_i + \gamma_i)}}$	(2)
$L_i^* = \left(e^{-\rho_i \varepsilon_i} y_i K_i^{-\beta_i} \right)^{\frac{1}{\gamma_i + \alpha_i}} \left(\frac{\alpha_i}{\gamma_i W} * \sum_j P_j X_{ji}^* \right)^{\frac{\gamma_i}{\gamma_i + \alpha_i}}$	(3)

$C_j = I \left(\frac{\delta_j}{P_j} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \left(\sum_k \left(\frac{\delta_k}{(P_k)^{\rho^H}} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \right)^{-1}$	(4)
$p_i y_i = w L_i + r K_i + \sum_j P_j X_{ji} + C F_i$	(5)
$y_i = c_i + \sum_j X_{ji}$	(6)
$\sum_{i=1}^n L_i = \bar{L}$	(7)

Fuente: propio. Autor: propio

De igual manera se resume las variables endógenas, las exógenas y los parámetros que intervienen en el modelo.

Cuadro 4. Resumen de variables endógenas, exógenas y parámetros

Variables endógenas	Numeración
Consumo intermedio (X_i)	(1)
Trabajo (L_i)	(2)
La cantidad de consumo de los hogares (c_j)	(3)
Los precios (p_1, p_2, \dots, p_n, w)	(4)
La producción (y_1, y_2, \dots, y_n)	(5)
La renta de los hogares (I)	(6)
Variables exógenas	
El capital (K).	(7)
El costo del capital (r)	(8)
El trabajo (\bar{L})	(9)
Los costos fijos (CF)	(10)
Parámetros	
La elasticidad del trabajo (α)	(11)
La elasticidad del capital (β)	(12)
El rendimiento a escala de la función de	(13)

elasticidad de sustitución constante CES (γ)	(14)
La elasticidad de la CES (ρ)	(15)
La elasticidad de los hogares (ρ^H)	(16)
El choque (ϵ)	(17)

Fuente: propio. Autor: propio

Los parámetros sirven para la simulación. Una vez encontrados estos parámetros se mantienen fijos. Aquí se considera que la economía estuvo en equilibrio en el periodo base (es decir, el periodo en el cual se adquieren los datos), y se toman todos los precios iguales a uno.

Cuadro 5. Resumen de calibración de parámetros

Parámetro	Calibración
El rendimiento a escala de la CES (γ)	$\gamma_i = \frac{(\sum_j X_{ji}^*) * \ln(e^{-\rho_i \epsilon_i} y_i K_i^{-\beta})}{L_i^* \ln(L_i^*)}$
La elasticidad del trabajo (α)	$\alpha_i = \frac{\ln(e^{-\rho_i \epsilon_i} y_i K_i^{-\beta})}{\ln(L_i^*)}$
Los coeficientes (β_j^i)	$\beta_j^i = \frac{(X_{ji})^{1-\rho_i}}{\sum_j X_{ji}}$
La proporción del consumo (δ)	$\delta_j = \frac{P_j C_j^{1-\rho^H}}{I}$

Fuente: propio. Autor: propio

En lo que respecta a la elasticidad de los hogares (ρ^H) y de la función CES (ρ) se puede calcular por métodos econométricos, tomadas de otras simulaciones, de otros países, etc.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.I. Conclusiones

Las principales conclusiones que surgen de esta tesis son las siguientes:

- Los choques presentan una forma fácil y adecuada para incluir perturbaciones en un modelo de equilibrio general, y por lo regular se los modela con variables aleatorias que siguen distribuciones normales que son ampliamente aceptadas.
- Las redes son otra forma de presentar una matriz de contabilidad social, la cual presenta la posibilidad de aplicar conceptos como estabilidad, consistencia, eficiencia, utilidades, etc. Al incluir redes se está incorporando el campo de la teoría de grafos (sub rama de las matemáticas), lo cual le da más consistencia y fortaleza en comparación a la matriz insumo producto donde básicamente lo que rige es el cuadro de cuentas.
- La teoría internacional presenta varias aplicaciones teóricas muy interesantes, las mismas que se pueden adaptar y modelar de acuerdo a la realidad de nuestro país, para obtener modelos muy buenos.
- El equilibrio general es una herramienta que permite la incorporación de varios agentes así como también funciones de producción que permiten capturar la economía de un país.
- La tradicional matriz insumo producto permite hacer modificaciones para mejorar la precisión del equilibrio general.
- La conclusión más importante es que se puede representar una matriz insumo producto mediante redes y esto a su vez servir como insumo (fuente de datos) para el equilibrio general. Pero con el agregado que con las redes se pueden probar distintos tipos de redes, y aplicar conceptos relacionados a la estabilidad.
- Los modelos de equilibrio general presentan dificultades en su comprensión y resolución se los puede resolver con trabajo y dedicación.
- Si bien para el país se han realizado modelos de equilibrio general en diferentes campos desde hace ya varios años como los que se han presentado en esta tesis, en

ninguno de ellos se ha aplicado el concepto de redes (teoría de grafos). Aquí se ha demostrado que si se puede aplicar el concepto de redes al equilibrio general.

- La estructura y planteamiento del MEGACE permite medir la concentración empresarial, y se lo puede utilizar como un laboratorio para simular con diferentes tipos de redes afectadas por choques idiosincráticos.

IV.II. Recomendaciones

Las principales recomendaciones que surgen de esta tesis son las siguientes:

- Los choques juegan un papel importante en este modelo, de ahí la importancia de simularlos de acuerdo a la realidad de nuestro país.
- Los parámetros deberían ser calculados con datos los más reales posibles y con métodos econométricos que permitan una total confiabilidad.
- A las redes se pueden aplicar otro campo de las matemáticas como es la teoría de juegos, para hacerla más fuerte aún en los conceptos relacionados a la estabilidad y eficiencia.
- Las ecuaciones del equilibrio general son complicadas (debido a su naturaleza) por lo cual se recomienda en caso de ser posible verificarlas con un software especializado.
- Simular el MEGACE con las matrices propuestas por el Banco Central del Ecuador, en lo referente a los sectores, y contrastar con esas matrices transformadas a redes.
- Simular el MEGACE con la red más desagregada posible a nivel empresas y/o personas naturales y contrastarla con el nivel más desagregado que el Banco Central del Ecuador proporciona para comparar los valores resultantes de cantidades a producir y precios.
- Simular el modelo con varias matrices insumo producto y dada una función de utilidad verificar la estabilidad y eficiencia de las redes.
- Simular el MEGACE con la red empresarial subyacente del Ecuador y contrarrestarla con otra red más desagregada, mirar los efectos macroeconómicos
- Se continúe creando modelos de equilibrio general pero que se apliquen nuevas técnicas y se abra la posibilidad a nuevos campos de la economía.

- Simular con distintos valores en los parámetros (manteniendo el resto constante) para verificar la influencia de cada uno de ellos.
- Introducir modificaciones a las ecuaciones para probar nuevos escenarios, así también como distintas condiciones de cierre. Agregar una especificación más detallada en lo referente a los hogares.
- Los datos necesarios para el modelo pueden causar atrasos en la planificación, por lo cual se deberían tener con la debida anticipación.

BIBLIOGRAFÍA

- Acemoglu, D., Carvalho, V., Ozdaglar, A., Tahbaz-Salehi, A. (2012). *The network origins of aggregate fluctuations*. *Econometrica*. Vol. 80, No. 5, pages. 1977–2016.
- Acemoglu, D., Ozdaglar, A., Tahbaz-Salehi, A. (2013). *The network origins of large Economic downturns*. MIT Department of Economics Working Paper No. 13-16, pages 22.
- Aceituno, G., Garcia, E. (1988). *Modelo macroeconómico para el Ecuador*. Chile.
- Agenor, P. (2004). *The economics of adjustment and growth*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Alarcón, J., de la Bastida, E. Vos, R. (1984). *La matriz de insumo producto adaptada para el estudio de la planificación de las necesidades básicas*. Quito.
- Alejandro F., Izurieta C. (2000). *Crowding out or bailing out? Fiscal déficits and private wealth in Ecuador*. Chapter 4. Pages 1971-1999. The Netherlands.
- Allingham M., Sandmo A. (1972). *Income Tax Evasion: A theoretical Analysis*. *Journal of Public Economics*. University of Pennsylvania-Philadelphia.
- Arrow, K. and G. Debreu. (1954). *Existence of an Equilibrium for a competitive economy*. *Econometrica* Vol. 22: 265–90.
- Auerbach, A. and L. Kotlikoff. (1987). *Dynamic fiscal policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Barbone, L., Somensatto, E. (1990). *An extended RMSM model for Ecuador*. World Bank, Washington.

- Barro, R., Grossman. (1971). *General disequilibrium model of income and employment*.
American Economic Review. Vol. 61(1). Pages: 82–93.
- Benassy, J.-P. (1982). *The economics of market disequilibrium*. New York: Academic Press.
- Blanchard O. y Quah D. (1989): *The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances*. American Economic Review, 79, 655–73.
- Bocco A. (1990). *Ecuador: public policy and capital accumulation, 1970-1983. The state and capital accumulation in Latin America*. London.
- Borges A. (1986). *Applied general equilibrium models: an assement of their usefulness for policy analysis*. OECD Economics Department.
- Brixen P. (1995). *The financial sector in applied general equilibrium models. The case of Ecuador*. University of Warwick. PhD. Thesis manuscript.
- Chumacero R., Schmidt-Hebbel K. (2005). *General equilibrium models: an overview*. Central Bank of Chile. Chile.
- Cicowiez M., Di Gresia L., (2004). *Equilibrio general computado: Descripción de la metodología*. Universidad Nacional de la Plata: Departamento de economía. Argentina.
- Commander S, y Peek. P. (1986). *Oil exports, agrarian change and the rural labour process: The Ecuadorian Sierra in the 1970*. World Development. Vol. 14.
- Creamer, G. (1992). *Redistribution, inflation and ajustment policies. A macro neostructuralist model for Ecuador*. Quito.
- Debreu, Gerard. (1970). *Economies with a finite set of equilibria, Mathematical*

- Economics: Twenty Papers of Gerard Debreu*. Cambridge : Cambridge University Press.
- De Melo, J. (1977). *A general equilibrium approach to estimating the costs of domestic distortions*. American Economic Review. Vol67 (1). Pages 423–28.
- De Miguel C., PereiraM. (2011). *El uso de modelos de equilibrio general computable para la evaluación de políticas públicas*. CEPAL. Chile.
- _____ (2011). *Análisis de insumo producto*. CEPAL. Chile.
- De Haan, H. (1994). *Kaleckian computable general equilibrium models: an evolutionary perspective*.
- De Janvry, Sadoulet, Fargeix. (1991). *Adjustment and equity in Ecuador*. Chaps. 4 and 5. Development center of the organisation for economic co-operation and development. France.
- Dervis, K., de Melo, J. y Robinson, S. (1982). *General Equilibrium for Development Policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Diamond, P. (1965). *National Debt in a Neoclassical Growth Model*. American Economic Review. Vol 55(5). Pages: 1126–50.
- Fargaix A., Sadoulet E. (1990). *A financial computable general equilibrium model for the analysis of Ecuador's stabilization programs*. OECD Development centre technical papers.
- Feldstein, M. (1974). *Social Security, Induced Retirement and Aggregate Capital Accumulation*. Journal of Political Economy.
- Gallegati, M., & Kirman, A. (1999). *Beyond the representative agent*.

- Geanakoplos, J. (1987). *Overlapping Generations Model of General Equilibrium*. The Macmillan Press Limited.
- Harberger, A. (1962). *The Incidence of the Corporation Income Tax*. Journal of Political Economy. Vol 70(3). Pages: 215–40.
- Hidalgo, F., Salvador M., Astorga A. (1996). *Un modelo de proyección macroeconómica de mediano plazo para el Ecuador*. Notas técnicas del Banco Central del Ecuador. Quito.
- Hicks, J. (1981). *IS-LM: an explanation*, *Journal of Post-Keynesian Economics*.
- _____(1939). *Value and Capital*. Oxford University Press.
- Huang, H., Imrohroglu, S. and Sargent, T. (1997). *Two Computational Experiments to Fund Social Security*. *Macroeconomic Dynamics*. Vol 1. Pages: 7–44.
- Jackson, M. (2008). *Social and economic networks*. New York: Princeton University Press.
- Jacome, L. (1991). *Devaluación y sector real de la economía. Un análisis de simulación con un modelo multisectorial de equilibrio general*. Centro I Internacional para el desarrollo económico. Quito.
- Jaramillo F. (1992a). *Apertura, integración y competencia imperfecta en un modelo de equilibrio general computable*. PNUD. CONADE. Quito.
- Jaramillo F., Schiantarelli F., Weiss A. (1992b). *Capital market imperfections, financial reform and investment: panel data evidence for Ecuador*. PNUD. CONADE. Quito.
- Jarrin A, de la Bastida E., Creamer G., Serrano J. (1991). *Pobreza urbana y crecimiento económico*. USAID, Quito.
- Johansen, L. (1960). *A Multisectoral Study of Economic Growth*. Amsterdam: North-

- Holland.
- Klein, L. (1950) *Economic fluctuations in the United States, 1921-41*. (Cowles Commission Monograph No. 11). New York: Wiley, 1950.
- Kouwenaar, A. (1986). *A basic needs policy model: a general equilibrium analysis with special reference to Ecuador*. Amsterdam.
- Kydland, F. and Prescott, E. (1982). *Time-to-Build and Aggregate Fluctuations*. *Econometrica*. Vol.50(6). Pages: 1345–70.
- Konig, M., Battiston, S. (2009). *Networks topology and dynamics. From Graph Theory to Models of Economic Networks*. A Tutorial. London: Springer Verlag.
- Krugman, P. y Obstfeld, M. (2004). *Economía Internacional*. London: McGraw Hill.
- Kutnar, K., Marusi, D. (2009). *Networks topology and dynamics. Some Topics in Graph Theory*. London: Springer Verlag.
- La Volpe, G. (1936). *Study sulla teoria dell' equilibrio económico dinamico generale*. Naples: Macmillan Press.
- Larrea, C. (1994). *The mirage of development oil, employment and poverty in Ecuador*. (1972-1990). PhD. Thesis at York University.
- Lenseigne F., Marconi S. RibierV., Vezanzones M., (1990). *Una modelización de la economía ecuatoriana: circuito económico para el Ecuador CEPE*. CEPLAES. Quito.
- León P., Marconi S. (1999). *La contabilidad nacional: teoría y métodos*. Quito.
- Leon P. Celi E., Carvajal F., (1995). *El modelo de tres brechas. Una perspectiva empírica*

- para el caso Ecuatoriano*. Notas técnicas del Banco Central del Ecuador.
- Looi Kee, H., Nicita, A., yOlarreaga,M. (2009). *Estimating trade restrictiveness indices*. The Economic Journal.
- Long,B., y Plosser, I. (1983): *Real Business Cycles*. *Journal of Political Economy*.
- Lozano F., Villa E., Monsalve S. (1977). *El modelo de generaciones, traslapadas como modelo monetario*. Dialnet.
- Lucas, R. (1972). *Expectations and the Neutrality of Money*. Journal of Economic Theory. Vol. 4(2). Pages: 103–24.
- _____ (1976). *Econometric Policy Evaluation: A Critique*. In *The Phillips Curve and Labor Markets*. Amsterdam: North-Holland.
- Lucas, R. (1977). *Understanding Business Cycles*. Carnegie–Rochester. Conference Series on Public Policy. Vol 5. Pages: 7–29.
- Marconi S., Samaniego P., (1995). *Las fuentes del crecimiento económico. Una perspectiva a partir de la demanda*. Notas técnicas del Banco Central del Ecuador. N° 19.
- Marrelli, M. (1984). *On Indirect Tax Evasion. Italia*. *Journal of Public Economics*. Instituto di Finanza-Facoltà di Economia-Università di Napoli.
- Moncada, J. (2009). *Colección José MONCADA*. Ediciones La Tierra. Ecuador.
- Obstfeld, M. and K. Rogoff. (1995). *Exchange Rate Dynamics Redux*. Journal of Political Economy. Vol 103(3). PAges: 624–60.
- O’Ryan R., de Miguel C., Miller S. (2000). *Ensayo sobre Equilibrio General Computable: Teoría y Aplicaciones*. Chile.

- Patinkin, D. (1956). *Money, Interest, and Prices: An Integration of Monetary and Value Theory*. Illinois.
- Pérez, A. (2008). *Introducción al uso de modelos aplicados de equilibrio general*. México. Econ: teor. Pages: 119-146.
- Pérez, W., Samaniego, P. (1997). *Modelo de consistencia económica para el Ecuador*. Notas técnicas del Banco Central del Ecuador. N° 37.
- Pérez, W., Acosta, M. (2005). *Modelo ecuatoriano de equilibrio general aplicado*. Banco Central del Ecuador: Cuestiones Económicas. Vol. 22.
- Ramírez, J. (2007). *Modelo de Equilibrio General Aplicado Tributario*. Dirección nacional de planificación y estudios: Departamento de estudios tributarios Ecuador.
- Romer, D. (1989). *Advanced Macroeconomics*. Chap. 2. New York: McGraw-Hill.
- Samuelson, P. (1958). *An Exact Consumption-loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money*. Journal of Political Economy.
- Sáenz, M., Muñoz D., (2012). *Impactos macroeconómicos de la salida del Ecuador de la Comunidad Andina de Naciones en la economía ecuatoriana*. Quito.
- Scarf, H. (1967). *On the Computation of Equilibrium Prices*. In Ten Economic Studies in the Tradition of Irving Fischer. New York: Wiley.
- Shoven, J. y Whalley, J. (1984). *Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey*. Journal of Economic Literature. Vol 22. Pages: 1007-1051.
- Schuschny A. (2005). *Tópicos sobre el Modelo de Insumo-Producto: teoría y aplicaciones*. CEPAL. Chile.

Sims, Christopher (1980). *Macroeconomics and Reality*. *Econometrica* 48 (1): 1–48.

Vos, R. (1989). *Ecuador: windfall gains, unbalanced growth and stabilization. Financing economic development. A structural approach to monetary policy*.

Walras, L. (1874). *Eléments d'économie politique pure*. Paris. France

Younger, S. (1993). *The Economic impact of a foreign debt bail-out for private firms in Ecuador*. *Journal of development studies*.

Zellner, A. (1969). *General description of the Federal Reserve-MITPenn quarterly econometric model of the U.S. economy*. Unpublished manuscript. University of Chicago.

Revista Digital

Autoridad Catalana de la competencia. (2010). “Condiciones de mercado que facilitan la colusión entre empresas: el sector de la instalación y el mantenimiento de ascensores en Catalunya”. Visita 15 de Enero 2015 en:

http://acco.gencat.cat/web/.content/80_acco/documents/arxius/estudi_ascensors_fin_al_esp.pdf

Martin, F., Varela, M. (2012). “Hacia una mayor concentración de los grupos económicos delEcuador”, *Revista Ekos*. Visita 25 de Enero 2015 en:

<http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=355>

Senplades. (2011). “Proyecto de ley orgánica de regulación y control del poder de mercado”. Visita 1 de Febrero 2015 en:

<http://www.profitas.com/Presentacion%20SENPLADES%20Sep2011.pdf>

ANEXO A

Para Agenor (2004), la matriz de contabilidad social (MCS) se centra en datos macroeconómicos agregados e información sectorial sobre producción, mercado de factores e instituciones (hogares, empresas, gobierno). La MCS posee 6 cuentas típicas: actividades productivas, commodities, factores, cuentas corrientes, cuentas de capital y resto del mundo. Cada cuenta debe balancearse (igualdad entre totales por fila y por columna). Esta matriz está ligada directamente al equilibrio general computable, siendo su principal fuente de información (tanto para datos como restricciones e identidades).

Para el modelo de equilibrio general computable que se propone en el presente estudio, se plantea una MCS que, en el caso ecuatoriano, podría construirse con información del Servicio de Rentas Internas (SRI), en concreto el detalle por empresa (o persona natural) de a quién se compra y a quién se vende, así como los montos de las transacciones¹⁷. Otro factor que se necesita conocer es el capital por empresa (o persona natural), que podría obtenerse de la Superintendencia de Compañías.

La cuenta de actividades productivas de la MCS se propone a nivel empresarial (pudiendo ser empresas o personas naturales indistintamente, la idea es alcanzar el nivel más desagregado), es decir, mucho más desagregado que la matriz insumo producto del Banco Central del Ecuador. En lo referente a los factores productivos, se utiliza capital y trabajo. Las instituciones que intervienen en estos flujos son hogares (un solo hogar tipo), empresas, gobierno (cuentas corrientes) y sector externo.

En el cuadro 6 se presenta una MCS elemental (filas representan ingresos y columnas los gastos). Las cuentas de actividades productivas serán agregadas pero a nivel empresarial, el resto de cuentas serán desagregadas de acuerdo a la información disponible.

¹⁷Desde una lógica de redes esta información representaría al total de nodos de una red direccionada (quiénes compran y venden) y las ponderaciones de las conexiones (monto de ventas).

Cuadro 6. Ejemplo de matriz de contabilidad social

	Producción (Emp1, Emp2, ... Emp n)	Factores (trabajo, capital)	Instituc.(Hogares, empresas)	Instituc. (Gobierno)	Ahorro – inversión	Sector Externo (RdM)
Producción(Emp1,Emp2 ... Empn)	Consumo intermedio entre empresas		Consumo privado	Consumo gobierno	FBKF	Exportaciones
Factores (Trabajo, capital)	Remuneraciones / Excedente bruto de explotación (EBE)					
Instituc.(Hogares, empresas)		EBE / Remuneraciones				
Instituc. (gobierno)	Impuestos a la producción			Impuestos		
Ahorro – inversión			Ahorro	Déficit gobierno		- Saldo en contra
Sector Externo	Importaciones					

Fuente: P. Agenor, (2004) y Manresa y Sancho (1997). Autor: propio.

Las matrices insumo producto (MIP) son una de las fuentes principales de datos de las MCS pues agregan información económica más detallada para desarrollar modelos macroeconómicos y modelos de equilibrio general computable. Las MIP son más desagregadas respecto a las MCS. Se propone una MIP (para ello se sigue el planteamiento de León y Marconi (1999) y se modifica de acuerdo a la necesidad y requerimiento), esta matriz será integrada a los modelos de cuentas nacionales y estará conformada por: oferta total de productos, utilización intermedia, utilización final, y cuentas de producción de las industrias. Tal como se planteó en la MCS, la MIP será a nivel empresarial o personal, es decir, ya no se presentarán los tradicionales sectores. La información que antes se presentaba por sector ahora se deberá llenar por empresa o persona natural.

Los cepalinos De Miguel y Pereira (2011) proponen los siguientes usos de las MIP:

- Caracterizar las propiedades estructurales de la economía tanto en producción como en consumo.
- Analizar las interrelaciones entre los sectores productivos.
- Medir los impactos directos e indirectos que genera cada actividad productiva.
- Cuantificar el impacto que genera sobre toda la economía el aumento/disminución de la producción de un sector en particular.

En el cuadro 7 se presenta la matriz insumo producto propuesta.

Cuadro 7. Propuesta de matriz insumo producto

Producción	Importaciones	Oferta	Empresa / Empresa	Producción			Factores		Hogares	Gobierno	Sector	Total consumo	Consumo	FBKF	Variación existencias, stock de capital (ΔE)	Exportaciones	Demanda		
				Emp1	Emp2	Empn	Trabajo	Capital										Externo	Intermedio (TCI)
			Emp1	consumo intermedio															
			Emp2																
			Empn																
			Trabajo																
			Capital																
			Hogares																
			Gobierno																
			Sector externo																
			Total CI																
			Pb																
			VAB																
			EBE																

Fuente: Marconi - León (1999). Autor: propio.

donde:

FBKF: formación bruta de capital fijo,

C: consumo final,

CI: consumo intermedio,

VAB: valor agregado bruto,

EBE: excedente bruto de explotación.

Schuschny (2005:21) nos habla acerca del problema de la información y agregación que se necesita para elaborar una MIP y plantea que cuando se quieren consolidar dos sectores, la estructura de costo resultante es un promedio de los sectores a consolidarse. Como el promedio es un valor aproximado ya estaríamos incurriendo en un error de cálculo. Al agregar información de dos sectores es importante conocer cómo se los pueden consolidar con la menor pérdida de información (existen algunos métodos para este fin). En lo relativo a la información estadística se tomará la base de datos del SRI, pero además se necesitará datos adicionales que provengan de distintas fuentes como el Banco Central del Ecuador, o Superintendencia de Compañías. La dificultad que se presenta es el nivel de agregación de los datos que posean estas entidades, así como el cuadro de los mismos.

El Banco Central del Ecuador es la entidad encargada de elaborar la MIP para nuestro país. La MIP actual corresponde al año 2013 y se encuentra desagregada por producto/producto (rama / rama) a un nivel de 24, 72, o máximo de 272 productos o ramas.

La pérdida de información en la MIP, y por ende en la MCS al momento de la agregación sectorial provoca que los datos que se ingresan al MEGC sean erróneos (ya sea que trabajemos con cualquiera de los niveles de agregación antes especificados) y por ende los resultados que se encontraría en precios, cantidades de trabajo, o bienes a producir serían imprecisos (la intersección de las curvas de oferta y demanda agregada no estarían en el lugar “exacto”). De ahí la necesidad de tener una MIP lo más “desagregada posible” para obtener resultados más precisos y confiables. Lo que más sobresale en la MIP que se plantea, es tener las actividades productivas a nivel empresarial, es decir, el nivel más desagregado que se puede obtener.

ANEXO B

En este anexo se presenta la deducción de las ecuaciones del capítulo III, sección II; así también como la calibración de los parámetros del modelo.

Para el problema de la producción se presenta la siguiente maximización:

$$\begin{aligned} & \max_{\{L_i, X_i\}} P_j^p Y_i(K_i, L_i, X_i) - wL_i - rK_i - P_j^c X_i - CF_i \\ & \text{s. a. } y_i = e^{\rho_i \varepsilon_i} K_i^{\beta_i} L_i^{\alpha_i} \left[\sum_{j=1}^n \beta_j^i X_{ji}^{\rho_i} \right]^{\frac{y_i}{\rho_i}} \end{aligned}$$

En este problema el precio de venta y la producción son valores fijos; por otro lado, si se aplica las propiedades de la maximización se obtiene un problema equivalente a:

$$\begin{aligned} & \min_{\{L_i, X_i\}} wL_i + rK_i + \sum_{j=1}^n P_j^c X_{ji} + CF_i \\ & \text{s. a. } y_i = e^{\rho_i \varepsilon_i} K_i^{\beta_i} L_i^{\alpha_i} \left[\sum_{j=1}^n \beta_j^i X_{ji}^{\rho_i} \right]^{\frac{y_i}{\rho_i}} \end{aligned}$$

Debido a la complejidad de la minimización, se lo divide en dos partes.

Primera parte:

Aquí se resuelve el siguiente sub problema:

$$\begin{aligned} & \min_{\{X_i\}} \sum_j P_j^c X_{ji} \\ & \text{s. a. } CI_i = \left(\sum_j \beta_j^i X_{ji}^{\rho_i} \right)^{\frac{1}{\rho_i}} \end{aligned}$$

Donde CI_i es el consumo intermedio. Se encuentra el lagrangiano (\mathcal{L}) y las derivadas parciales:

$$\mathcal{L} = \sum_j P_j^c X_{ji} + \lambda \left(CI_i - \left(\sum_j \beta_j^i X_{ji}^{\rho_i} \right)^{\frac{1}{\rho_i}} \right)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x_i} = P_j^c - \lambda \left(\beta_j^i X_{ji}^{\rho_i-1} * \left(\sum_j \beta_j^i X_{ji}^{\rho_i} \right)^{\frac{1}{\rho_i}-1} \right)$$

$$P_j^c = \lambda \left(\beta_j^i X_{ji}^{\rho_i-1} \right) \left(\sum_j \beta_j^i X_{ji}^{\rho_i} \right)^{(1/\rho_i)-1}$$

Debido a que la empresa produce n bienes, se puede seguir el mismo procedimiento para otro bien k (distinto de j), producido por la misma empresa i:

$$P_k^c = \lambda \left(\beta_k^i X_{ki}^{\rho_i-1} \right) \left(\sum_j \beta_j^i X_{ji}^{\rho_i} \right)^{(1/\rho_i)-1}$$

$$\frac{P_j^c}{P_k^c} = \frac{\beta_j^i X_{ji}^{\rho_i-1}}{\beta_k^i X_{ki}^{\rho_i-1}}$$

$$X_{ji}^{\rho_i-1} = \frac{P_j^c}{P_k^c} \frac{\beta_k^i X_{ki}^{\rho_i-1}}{\beta_j^i}$$

$$\frac{X_{ji}}{X_{ki}} = \left(\frac{P_j^c}{P_k^c} \frac{\beta_k^i}{\beta_j^i} \right)^{1/(\rho_i-1)}$$

$$X_{ji} = X_{ki} \left(\frac{P_j^c}{P_k^c} \frac{\beta_k^i}{\beta_j^i} \right)^{1/(\rho_i-1)}$$

Se reemplaza el valor de X_{ji} en el consumo intermedio, se tiene que:

$$CI_i = \left(\sum_j \beta_j^i \left[\left(\frac{P_j^c \beta_k^i}{P_k^c \beta_j^i} \right)^{1/(\rho_i-1)} X_{ki} \right]^{\rho_i} \right)^{1/\rho_i}$$

Se trabaja en la ecuación anterior y se llega a:

$$CI_i = \left[\left(\frac{\beta_k^i}{P_k^c} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i-1}} (X_{ki}^{\rho_i}) \sum_j \left[\left(\frac{P_j^c}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i-1}} \right]^{\rho_i} \beta_j^i \right]^{\frac{1}{\rho_i}}$$

$$CI_i = X_{ki} \left(\frac{\beta_k^i}{P_k^c} \right)^{\frac{1}{\rho_i-1}} \left[\sum_j \left(\frac{P_j^c}{(\beta_j^i)^{\rho_i}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i-1}} \right]^{\frac{1}{\rho_i}}$$

Se despeja X_{ki} de la ecuación anterior, se tiene:

$$X_{ki} = CI_i * \left(\frac{P_k^c}{\beta_k^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i-1}} * \left[\sum_j \left(\frac{P_j^c}{(\beta_j^i)^{\rho_i}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i-1}} \right]^{\frac{-1}{\rho_i}} \quad (0)$$

Sea $P_i^{CI} = \sum_j P_j^c X_{ji}$, es decir, a la multiplicación de los precios por el consumo intermedio lo llamamos P_i^{CI} . Con la definición anterior se reemplaza k por j se tiene

$$CI_i P_i^{CI} = CI_i * \sum_j P_j^c \left(\frac{P_j^c}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i-1}} * \left[\sum_k \left(\frac{P_k^c}{(\beta_k^i)^{\rho_i}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i-1}} \right]^{\frac{-1}{\rho_i}}$$

Se trabaja sobre la ecuación anterior y se obtiene:

$$CI_i P_i^{CI} = CI_i * \left[\sum_j \left(\frac{(P_j^c)^{\rho_i}}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i-1}} \right] * \left[\sum_k \left(\frac{P_k^c}{(\beta_k^i)^{\rho_i}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i-1}} \right]^{\frac{-1}{\rho_i}}$$

Dado que las sumatorias son sobre todos los n productos se puede simplificar en un solo término:

$$CI_i P_i^{CI} = CI_i * \left[\sum_j \left(\frac{(P_j^c)^{\rho_i}}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i-1}} \right]^{\frac{\rho_i-1}{\rho_i}} \quad (1)$$

Segunda parte:

En esta parte se minimiza el costo asociado al resto de variables junto con lo anteriormente deducido, así:

$$\begin{aligned} \min_{\{L_i, CI_i\}} wL_i + rK_i + CI_i P_i^{CI} + CF_i \\ \text{s. a. } y_i = e^{\rho_i \varepsilon_i} L_i^{\alpha_i} CI_i^{\gamma_i} K_i^{\beta_i} \end{aligned}$$

Se encuentra el lagrangiano (\mathcal{L}) y las derivadas parciales:

$$\mathcal{L} = wL_i + P_i^{CI} CI_i + rK_i + CF_i + \lambda(y_i - L_i^{\alpha_i} CI_i^{\gamma_i} K_i^{\beta_i} e^{\rho_i \varepsilon_i})$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial L_i} = w - \lambda(\alpha_i e^{\rho_i \varepsilon_i} L_i^{\alpha_i-1} CI_i^{\gamma_i} K_i^{\beta_i}) = 0$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial CI_i} = P_i^{CI} - \lambda(e^{\rho_i \varepsilon_i} \gamma_i L_i^{\alpha_i} CI_i^{\gamma_i-1} K_i^{\beta_i}) = 0$$

De donde se obtiene:

$$\frac{w}{P_i^{CI}} = \frac{\alpha_i CI_i}{\gamma_i L_i}$$

Despejamos L_i ,

$$L_i = \frac{\alpha_i CI_i P_i^{CI}}{\gamma_i w}$$

Y se reemplaza en la producción y_i :

$$e^{\rho_i \varepsilon_i} K_i^{\beta_i} \left(\frac{\alpha_i C I_i P_i^{CI}}{\gamma_i w} \right)^{\alpha_i} C I_i^{\gamma_i} = y_i$$

$$e^{\rho_i \varepsilon_i} K_i^{\beta_i} \left(\frac{\alpha_i P_i^{CI}}{\gamma_i w} \right)^{\alpha_i} C I_i^{\alpha_i + \gamma_i} = y_i$$

$$C I_i = \left(y_i \left(\frac{\gamma_i w}{\alpha_i P_i^{CI}} \right)^{\alpha_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} K_i^{-\beta_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}}$$

En la ecuación (0) se reemplaza k por j, y también el valor de $C I_i$ que se dedujo recientemente. Lo que se obtiene es el consumo intermedio óptimo que lo denominamos X_{ji}^* .

$$X_{ji}^* = \left(y_i K_i^{-\beta_i} \left(\frac{\gamma w}{\alpha_i P_i^{CI}} \right)^{\alpha_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \left(\frac{P_j^C}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i - 1}} \left[\sum_j \left(\frac{P_j^C}{(\beta_j^i)^{\frac{1}{\rho_i}}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i - 1}} \right]^{\frac{-1}{\rho_i}}$$

Se trabaja en la ecuación anterior y se llega a:

$$X_{ji}^* = \left(y_i K_i^{-\beta_i} \left(\frac{\gamma w}{\alpha_i} \right)^{\alpha_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i + \gamma_i}} \left(\frac{P_j^C}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i - 1}} \left[\sum_k \left(\frac{P_k^C}{(\beta_k^i)^{\frac{1}{\rho_i}}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i - 1}} \right]^{\frac{-1}{\rho_i} \left(\frac{\alpha_i \rho_i + \gamma_i}{\alpha_i + \gamma_i} \right)}$$

La ecuación del trabajo obtenida anteriormente es:

$$L_i = \frac{\alpha_i C I_i P_i^{CI}}{\gamma_i w}$$

Se reemplaza la ecuación (2) en la ecuación anterior:

$$L_i = \frac{\alpha_i P_i^{CI}}{\gamma_i w} \left(y_i \left(\frac{\gamma_i w}{\alpha_i P_i^{CI}} \right)^{\alpha_i} K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\gamma_i + \alpha_i}}$$

$$L_i = \left(\frac{\alpha_i P_i^{CI}}{\gamma_i w} \right)^{\frac{\gamma_i}{\gamma_i + \alpha_i}} \left(y_i K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\gamma_i + \alpha_i}}$$

Por último en la definición de P_i^{CI} , se reemplaza X_{ji}^* , para obtener la cantidad de trabajo óptimo que se lo llama L_i^* :

$$L_i^* = \left(e^{-\rho_i \varepsilon_i} y_i K_i^{-\beta_i} \right)^{\frac{1}{\gamma_i + \alpha_i}} \left(\frac{\alpha_i}{\gamma_i w} * \sum_j P_j^c X_{ji}^* \right)^{\frac{\gamma_i}{\gamma_i + \alpha_i}}$$

Para el problema del consumidor, se realizó la siguiente maximización:

$$\begin{aligned} \max_{\{C_j\}} & \left(\sum_j \delta_j (C_j)^{\rho^H} \right)^{\frac{1}{\rho^H}} \\ \text{s. a.} & \quad I = \sum_j P_j^v C_j \end{aligned}$$

Su resolución es la siguiente, se encuentra el lagrangeano (\mathcal{L}):

$$\mathcal{L} = \left(\sum_j \delta_j (C_j)^{\rho^H} \right)^{\frac{1}{\rho^H}} + \lambda \left(I - \sum_j P_j^v C_j \right)$$

De las condiciones de primer orden se tiene:

$$\lambda P_j^v = (\delta_j (C_j)^{\rho^H - 1}) \left(\sum_j \delta_j (C_j)^{\rho^H} \right)^{\frac{1}{\rho^H} - 1}$$

Para otro bien k distinto de j , se tiene que:

$$\lambda P_k^v = (\delta_k (C_k)^{\rho^H - 1}) \left(\sum_j \delta_j (C_j)^{\rho^H} \right)^{\frac{1}{\rho^H} - 1}$$

Se divide las dos ecuaciones anteriores, y se obtiene:

$$\frac{P_j^v}{P_k^v} = \frac{\delta_j (C_j)^{\rho^H - 1}}{\delta_k (C_k)^{\rho^H - 1}}$$

De donde se despeja C_k :

$$C_k = \left(\frac{\delta_j P_k^v}{P_j^v \delta_k} \right)^{\frac{1}{\rho^H - 1}} C_j$$

En la restricción presupuestaria hacemos el cambio de variable, es decir, k por j. Se reemplaza el valor de C_k , recién obtenido en la renta:

$$I = \sum_k P_k^v \left(\frac{\delta_j P_k^v}{P_j^v \delta_k} \right)^{\frac{1}{\rho^H - 1}} C_j$$

Se despeja el consumo del bien j,

$$I \left(\frac{\delta_j}{P_j^v} \right)^{\frac{1}{1 - \rho^H}} = \sum_k P_k^v \left(\frac{P_k^v}{\delta_k} \right)^{\frac{1}{\rho^H - 1}} C_j$$

$$I \left(\frac{\delta_j}{P_j^v} \right)^{\frac{1}{1 - \rho^H}} = C_j \sum_k \left(\frac{\delta_k}{(P_k^v)^{\rho^H}} \right)^{\frac{1}{1 - \rho^H}}$$

Al final se encuentra el consumo del bien j:

$$C_j = I \left(\frac{\delta_j}{P_j^v} \right)^{\frac{1}{1 - \rho^H}} \left(\sum_k \left(\frac{\delta_k}{(P_k^v)^{\rho^H}} \right)^{\frac{1}{1 - \rho^H}} \right)^{-1}$$

Para la deducción de los parámetros del modelo se utiliza la definición de los precios del consumo intermedio P_i^{CI} que se realizó en el apartado anterior, y tomando en cuenta que los precios son uno, se define $P^* = \sum_j X_{ji}$.

De las ecuaciones para L_i^* (óptimo) y para CI_i que se dedujo antes, se encuentra los parámetros α y γ , de la siguiente manera. (Para evitar cargar en la notación de subíndices se utilizará α, γ, β):

$$CI_i = \left(y_i \left(\frac{\gamma W}{\alpha P^*} \right)^\alpha e^{-\rho_i \varepsilon_i} K_i^{-\beta} \right)^{\frac{1}{\alpha+\gamma}} \quad (a)$$

$$L_i^* = \left(\frac{\alpha P^*}{\gamma W} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma+\alpha}} \left(K_i^{-\beta} y_i e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\gamma+\alpha}} \quad (b)$$

Se supone $CI_i = 1$ (la demostración más adelante). Dividimos (a)/(b) y simplificamos:

$$\frac{1}{L_i^*} = \frac{\left(\frac{\gamma}{\alpha} \right)^{\frac{\alpha}{\alpha+\gamma}} (P^*)^{-\frac{\alpha}{\gamma+\alpha}}}{\left(\frac{\gamma}{\alpha} \right)^{-\frac{\gamma}{\gamma+\alpha}} (P^*)^{\frac{\gamma}{\gamma+\alpha}}}$$

Se opera y se llega a:

$$\frac{\gamma}{\alpha} = \frac{P^*}{L_i^*} \quad (1)$$

O lo que es lo mismo:

$$\frac{P^*}{P^* + L_i^*} = \frac{\gamma}{\alpha + \gamma} \quad (1')$$

Se reemplaza (1) en (b):

$$L_i^* = (L_i^*)^{\frac{\gamma}{\gamma+\alpha}} (y_i K_i^{-\beta} e^{-\rho_i \varepsilon_i})^{\frac{1}{\gamma+\alpha}}$$

Se saca logaritmos a ambos lados de la ecuación:

$$\ln(L_i^*) = \frac{\gamma}{\gamma + \alpha} \left(\ln(L_i^*) + \frac{1}{\gamma} \ln(y_i K_i^{-\beta} e^{-\rho_i \varepsilon_i}) \right)$$

Con (1') se obtiene:

$$\left(\frac{P^* + L_i^*}{P^*}\right) \ln(L_i^*) = \ln(L_i^*) + \frac{1}{\gamma} \ln(y_i K_i^{-\beta} e^{-\rho_i \varepsilon_i})$$

De donde se despeja el parámetro requerido γ , que es:

$$\gamma = \frac{\ln(y_i K_i^{-\beta} e^{-\rho_i \varepsilon_i})}{\left(\frac{P^* + L_i^*}{P^*} - 1\right) \ln(L_i^*)}$$

$$\gamma = \frac{P^* \ln(y_i K_i^{-\beta} e^{-\rho_i \varepsilon_i})}{L_i^* \ln(L_i^*)}$$

Por último se simplifica la expresión y se tiene:

$$\gamma_i = \frac{(\sum_j X_{ji}^*) * \ln(e^{-\rho_i \varepsilon_i} y_i K_i^{-\beta})}{L_i^* \ln(L_i^*)}$$

Con (1) se encuentra el valor buscado de α

$$\alpha_i = \frac{\ln(e^{-\rho_i \varepsilon_i} y_i K_i^{-\beta})}{\ln(L_i^*)}$$

Se recuerda los rendimientos decrecientes a escala y se tiene $\beta_i + \alpha_i < 1$.

La calibración del parámetro de los coeficientes β_j^i es:

$$\beta_j^i = \frac{(X_{ji})^{1-\rho_i}}{\sum_j X_{ji}}$$

La calibración del parámetro de la proporción del consumo δ_j es:

$$\delta_j = \frac{P_j C_j^{1-\rho^H}}{I}$$

En esta parte se realizará las verificaciones correspondientes a la deducción de los parámetros.

Para la *verificación de β_j^i* se tiene:

Se considera β_j^i definido de la siguiente manera.

$$\beta_j^i = \frac{(X_{ji})^{1-\rho_i}}{\sum_j X_{ji}} \quad (1)$$

y $P_1^{CI} = \sum_j P_j X_{ji}$;

$P_j=1$; $W=1$.

Para la deducción de β_j^i se supuso que $CI_i = 1$. Esto es:

$$CI_i = \left(\sum_j \beta_j^i X_{ji}^{\rho_i} \right)^{\frac{1}{\rho_i}}$$

$$CI_i = \left(\sum_j \frac{(X_{ji})^{1-\rho_i}}{\sum_j X_{ji}} X_{ji}^{\rho_i} \right)^{\frac{1}{\rho_i}}$$

$$CI_i = \left(\frac{\sum_j X_{ji}}{\sum_j X_{ji}} \right)^{\frac{1}{\rho_i}}$$

$$CI_i = 1$$

Para la *verificación de α y γ* se tiene:

Se nota $P^* := \sum_j X_{ji}$. Recordar que:

$$\gamma = \frac{(\sum_j X_{ji}^*) * \ln(e^{-\rho_i \varepsilon_i y_i K_i^{-\beta_i}})}{L_i^* \ln(L_i^*)} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{\ln(e^{-\rho_i \varepsilon_i y_i K_i^{-\beta_i}})}{\ln(L_i^*)} \quad (3)$$

Las ecuaciones de L_i^* y CI_i que se trabaja son:

$$CI_i = \left(y_i \left(\frac{\gamma W}{\alpha P^*} \right)^\alpha K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha+\gamma}} \quad (a)$$

$$L_i^* = \left(\frac{\alpha P^*}{\gamma W} \right)^{\frac{\gamma}{\alpha+\gamma}} \left(y_i K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha+\gamma}} \quad (b)$$

Se reemplaza (2) y (3) en (a) y (b), lo cual se simplifica en:

$$CI = \left(\frac{y_i K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i}}{(L_i^*)^\alpha} \right)^{\frac{1}{\gamma+\alpha}}$$

$$L_i^* = \left((L_i^*)^\gamma y_i K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\gamma+\alpha}}$$

Se divide las 2 ecuaciones anteriores y se simplifica:

$$\frac{1}{L_i^*} = \frac{\left(\frac{y_i K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i}}{(L_i^*)^\alpha} \right)^{\frac{1}{\gamma+\alpha}}}{\left((L_i^*)^\gamma y_i K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\gamma+\alpha}}}$$

$$\frac{1}{L_i^*} = \frac{1}{L_i^*}$$

Para la *verificación de X_{ji}^** se tiene que:

Debido a la complejidad que presenta una demostración formal, se hará para un conjunto de valores dados:

$Y=1; L=1; K=1; \varepsilon=0; \alpha = 0.5; \gamma=0.5; \rho=0.5; W=1; P_j^c=1; \beta_j^i$ (ya definido antes).

El valor de X_{ji}^* encontrado es:

$$X_{ji}^* = \left(y_i K_i^{-\beta_i} \left(\frac{\gamma W}{\alpha} \right)^\alpha e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha+\gamma}} \left(\frac{P_j^c}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{\rho_i-1}} \left[\sum_k \left(\frac{P_k^c}{(\beta_k^i)^{\rho_i}} \right)^{\frac{\rho_i}{\rho_i-1}} \right]^{\frac{-\rho_i}{\rho_i} \left(\frac{\alpha \rho_i + \gamma}{\alpha + \gamma} \right)}$$

Se reemplaza los valores anteriores:

$$X_{ji}^* = \left(\frac{1}{\beta_j^i} \right)^{\frac{1}{0.5-1}} \left[\sum_k \left(\frac{1}{(\beta_k^i)^{0.5}} \right)^{-1} \right]^{\frac{-3}{2}}$$

Se reemplaza la calibración de β_j^i :

$$X_{ji}^* = \left(\frac{\sum_j X_{ji}}{X_{ji}^{0.5}} \right)^{-2} \left[\sum_k \left(\frac{\sum_j X_{ji}}{(X_{ki})^{0.5}} \right)^{-2} \right]^{-1.5}$$

$$X_{ji}^* = X_{ji} \left(\sum_j X_{ji} \right)^{-2} \left(\sum_j X_{ji} \right)^3 \left(\sum_k X_{ki} \right)^{-1.5}$$

$$X_{ji}^* = \frac{X_{ji}}{\left(\sum_j X_{ji} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

De la restricción de CI_i se tiene:

$$CI_i = \left(y_i \left(\frac{Y W}{\alpha P^*} \right)^\alpha K_i^{-\beta_i} e^{-\rho_i \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{\alpha+\gamma}}$$

Se reemplaza los valores de las variables y $CI_i=1$ (ya demostrado):

$$1 = \left(\frac{1}{\sum_j X_{ji}} \right)^{0.5}$$

con lo cual

$$X_{ji}^* = X_{ji}.$$

Para la verificación de la *restricción presupuestaria de los hogares* se tiene:

De la maximización de la utilidad se obtuvo la cantidad demandada por los hogares:

$$C_j = I \left(\frac{\delta_j}{P_j^v} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \left(\sum_k \left(\frac{\delta_k}{(P_k^v)^{\rho^H}} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \right)^{-1}$$

La restricción presupuestaria es,

$$I = \sum_j P_j^v C_j$$

Se reemplaza el valor de C_j en la restricción:

$$I = \sum_j P_j^v I \left(\frac{\delta_j}{P_j^v} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \left(\sum_k \left(\frac{\delta_k}{(P_k^v)^{\rho^H}} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \right)^{-1}$$

Se opera sobre la ecuación anterior y se llega a:

$$I = I \left(\sum_j \left(\frac{\delta_j}{(P_j^v)^{\rho^H}} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \right) * \left(\sum_k \left(\frac{\delta_k}{(P_k^v)^{\rho^H}} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \right)^{-1}$$

donde

$$I = I$$

Para la verificación de la *maximización del consumo* se tiene:

Para verificar la cantidad demanda C_j , se reemplaza el valor de $\delta_j := \frac{P_j^v C_j^{1-\rho^H}}{I}$

$$C_j = I \left(\frac{\frac{P_j^v C_j^{1-\rho^H}}{I}}{P_j^v} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \left(\sum_k \left(\frac{\frac{P_k^v C_k^{1-\rho^H}}{I}}{(P_k^v)^{\rho^H}} \right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} \right)^{-1}$$

de donde,

$$C_j = I \left(\frac{1}{I}\right)^{\frac{1}{1-\rho^H}} C_j \left(\left(\frac{1}{I}\right)^{\frac{1}{1-\rho^H}}\right)^{-1} \left(\sum_k ((P_k^v C_k)^{1-\rho^H})^{\frac{1}{1-\rho^H}}\right)^{-1}$$

simplificando queda:

$$C_j = I * C_j \left(\sum_k P_k^v C_k\right)^{-1}$$

por último:

$$C_j = C_j.$$