Documentos de Trabajo

ISSN 2409-1863
DT 014-Febrero 2010
Banco Central de Nicaragua

Modelo de Equilibrio General Computable para Nicaragua

Oscar Gámez

Banco Central de Nicaragua
Emitiendo confianza y estabilidad

Documento de Trabajo
DT 014-Febrero 2010

Modelo de Equilibrio General Computable para Nicaragua

Oscar Gámez

La serie de documentos de trabajo es una publicación del Banco Central de Nicaragua que divulga los trabajos de investigación económica realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros. El objetivo de la serie es aportar a la discusión de temas de interés económico y de promover el intercambio de ideas. El contenido de los documentos de trabajo es de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Nicaragua. Los documentos pueden obtenerse en versión PDF en la dirección http: // www.bcn.gob.ni /

The working paper series is a publication of the Central Bank of Nicaragua that disseminates economic research conducted by its staffor third parties sponsored by the institution. The purpose of the series is to contribute to the discussion of relevant economic issues and to promote the exchange ofi deas. The views expressed in the working papers are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of Nicaragua. PDF versions of the papers can be found at http: // www.bcn.gob.ni /

* El autor de este documento trabaja en la Gerencia de Estudios Económicos del Banco Central de Nicaragua. ogamez@bcn.gob.ni

The author works at the Economic Studies Department at the Central Bank of Nicaragua. ogamez@bcn.gob.ni

Modelo de Equilibrio General Computable para Nicaragua

Oscar Gámez

Resumen

El objetivo de este documento es proponer un Modelo de Equilibrio General que permita determinar, de manera razonable, el impacto de políticas económicas y choques exógenos sobre diversos sectores en la economía nicaragüense. A diferencia de otros realizados anteriormente, este modelo no sólo permite realizar análisis macroeconómicos, sino que también permite análisis microeconómicos (o sectoriales), los cuales son útiles para proponer medidas focalizadas de política económica y fortalecer el papel del BCN como asesor económico del gobierno.

1 Introducción

El BCN, como institución rectora de la política monetaria en Nicaragua, tiene entre sus objetivos la estabilidad de la moneda nacional y el normal desenvolvimiento de los pagos internos y externos. Para cumplir con dichos objetivos se requiere diseñar políticas macroeconómicas consistentes e influir sobre las expectativas de los agentes, las cuales están en dependencia de la confiabilidad con que el banco central proyecte las diversas variables macroeconómicas.

En esta línea de acción se han llevado a cabo significativos avances, que incluyen la creación de un Modelo Macroeconométrico de Proyección de Corto Plazo (Bello [2007]), el cual permite realizar análisis de escenarios y proyecciones de variables macroeconómicas fundamentales como inflación, crecimiento económico, salarios, empleo, entre otras.

No obstante, análisis agregados dejan fuera de estudio movimientos sectoriales que son relevantes para el manejo de la política económica. Por ejemplo, la escalada reciente del petróleo no tiene los mismos efectos cuantitativos sobre la inflación (o la producción) de los productos agrícolas que sobre los manufacturados o sobre los servicios, ya que la estructura de costos y márgenes no necesariamente son los mismos en todos los sectores. Por otro lado, la distribución de la renta entre los factores de producción también resulta afectada puesto que los

salarios no se ajustan inmediatamente ante variaciones en la tasa de inflación, y por lo tanto resultan modificados el salario y la rentabilidad reales. Por último, la distribución de la renta entre hogares rurales y urbanos también resulta modificada puesto que tienen diferentes dotaciones de factores y porque reciben montos diferentes de transferencias del gobierno.

Del ejemplo anterior se puede ver que un análisis agregado de los efectos del precio del petróleo sobre la economía limita la capacidad de diseñar políticas sectoriales que complementen a la política monetaria para mitigar, por ejemplo, los efectos inflacionarios y recesivos del incremento del precio del petróleo. Por lo tanto, en aras de complementar a la política económica y fortalecer al BCN en su función de asesor económico del gobierno, en este documento se desarrolla un Modelo de Equilibrio General (MEG) para analizar cuantitativamente los efectos de choques externos y políticas económicas sobre los diversos sectores de la economía doméstica, los cuales incluyen: a) sectores productivos como agricultura, manufactura, construcción, transporte y otros servicios; b) trabajadores y capitalistas; c) hogares urbanos y rurales; y d) comercio exterior.

El documento se estructura de la siguiente manera: en la siguiente sección se describe el modelo de equilibrio general utilizado en este trabajo; posteriormente en la tercera sección se realizan dos simulaciones, una referida a un incremento del precio del petróleo y otra correspondiente a un incremento de la tasa de encaje legal de parte del BCN para frenar las presiones inflacionarias. Por último se establece una agenda de investigación para mejorar el modelo.

2 Descripción del Modelo de Equilibrio General

Un Modelo de Equilibrio General (MEG) consta de cuatro elementos. El primero es una base de datos organizada en una Matriz de Contabilidad Social (MCS) real, cuyo elemento fundamental es la matriz insumo-producto que permite analizar las interacciones entre los sectores productivos. El segundo es una Matriz de Contabilidad Social financiera que resume los activos y pasivos financieros que posee cada agente económico contra el resto de la economía. El tercero es un sistema de identidades básicas que surge de ambas matrices de contabilidad social, y que representa las restricciones presupuestarias de cada uno de los agentes económicos. El último es un sistema de ecuaciones que le dan vida a las variables contenidas en las identidades.

El MEG utilizado en este trabajo es construido como una composición de dos submodelos, uno real y otro financiero. Ambos modelos están interconectados a través de dos canales: la intermediación bancaria y la política fiscal del gobierno. El lado real de esta economía comparte la tradición común de la macro modelación estática, la cual se basa en los trabajos de Devarajan, Go, Lewis, Robinson, y Sinko [1997]. En tanto que el lado financiero comparte

elementos de la maqueta de Bourguignon, De Melo, y Suwa [1991], la cual es posteriormente resumida en Robinson [1991].

A continuación se describen las matrices de contabilidad social mencionadas anteriormente, y luego se realiza una formulación matemática del modelo, la cual incorpora el sistema de identidades y el de ecuaciones.

2.1 Una Matriz de Contabilidad Social real para Nicaragua

Una MCS real es una matriz $n \times n$ que resume las diversas transacciones entre los sectores de una economía. Por ejemplo, cualquier pago de un hogar a un sector productivo (compra de un bien por parte de un hogar), o de una familia al gobierno (pago de impuestos), es registrado en la matriz como un gasto para un actor (columna) y un ingreso para otro actor (fila). En los ejemplos mencionados anteriormente, el gasto era para los hogares; en tanto que el ingreso era para las empresas en el primer caso y para el gobierno en el segundo caso.

En toda MCS real se tiene que cumplir que la suma de los elementos de la fila i-ésima debe ser igual a la suma de los elementos de la columna i-ésima, lo cual garantiza la existencia de un balance en las cuentas de cada sector en la economía. Por ejemplo, el ingreso de las ventas en el sector agrícola debe ser igual a sus gastos en insumos intermedios, mano de obra, importaciones y servicios de capital.

Para el caso que nos compete se cuenta con una MCS real proporcionada por cuentas nacionales del BCN, que fue utilizada en la evaluación del impacto del DR-CAFTA (Sánchez y Vos [2005]). Esta matriz corresponde al año 2000 y está expresada en miles de córdobas de ese año. Según ella, la economía comprende cinco actividades: agricultura (AGRI-A), manufactura (MANU-A), construcción (CONS-A), transporte (TRAN-A) y otros servicios (OSER-A). Adicionalmente se definieron siete tipos de bienes: café (COFF-C), otros productos agrícolas (OAGR-C), textiles (TEXT-C), petróleo (OIL-C), otros productos de manufactura (OMAN-C), construcción (CONS-C), transporte (TRAN-C) y otros servicios (OSER-C). En tanto que los factores primarios de producción se definieron como mano de obra (LAB) y capital (CAP).

Para una mejor comprensión de lo que contiene la MCS real se procedió a dividirla en varias sub-matrices. La primera sub-matriz (tabla 1) muestra al final de cada columna el Valor Bruto de Producción de cada una de las actividades económicas analizadas. De igual manera, en las primeras ocho filas se muestra el Consumo Intermedio de cada uno de los productos de la economía por parte de cada una de las actividades económicas; por cierto, estas primeras ocho filas constituyen la matriz insumo-producto, la cual permite obtener las interacciones entre todos los sectores. Por otro lado, las siguientes dos filas de la sub-matriz muestran las remuneraciones a los dos factores primarios de producción, mano de obra y capital. Cabe mencionar que las remuneraciones a la mano de obra son básicamente sueldos, salarios e ingreso mixto, en tanto que la remuneración al capital es el excedente bruto de explotación.

Tabla 1

	AGRI-A	MANU-A	CONS-A	TRAN-A	OSER-A
COFF-C	3,043.5	102,719.0			
OAGR-C	965,754.8	6,469,252.6	72,776.1		573,619.3
TEXT-C	30,923.0	2,617,541.4	185.2	5,931.8	108,591.0
OILP-C	930,380.1	685,327.8	256,713.0	1,658,913.3	1,408,682.0
OMAN-C	2,235,810.8	7,146,774.3	3,613,132.6	727,652.5	2,514,212.7
CONS-C	54,665.2	52,180.5	21,833.9	117,058.7	625,589.0
TRAN-C	242,832.7	593,721.0	68,687.9	194,354.2	651,527.1
OSER-C	2,056,993.2	6,552,588.6	95,279.0	784,662.0	6,123,699.6
LAB	7,443,785.5	4,071,776.7	2,167,723.5	1,415,229.8	15,314,327.8
CAP	1,799,067.2	3,269,133.7	1,436,337.0	728,564.3	6,244,440.5
TOTAL	15,763,256.0	31,561,015.4	7,732,668.1	5,632,366.5	33,564,689.0

Fuente: BCN

Por otro lado, según la tabla 2, para cada producto existe una oferta total (al final de cada columna), la cual se compone básicamente de producción doméstica más los impuestos sobre ventas (STAX), y las importaciones de dichos productos (ROW) con sus respectivos aranceles (TAR).

Tabla 2

	COFF-C	OAGR-C	TEXT-C	OILP-C	OMAN-C	CONS-C	TRAN-C	OSER-C
AGRI-A	2,295,999.0	13,467,257.0						
MANU-A		168,467.9	4,813,235.9	3,531,691.6	23,047,620.1			
CONS-A						7,732,668.1		
TRAN-A						100,950.6	5,531,415.9	
OSER-A						39,815.7	91,423.9	33,433,449.5
STAX	-3,706.5	10,576.6	131,527.3	1,563,424.5	2,343,710.9	102,396.8	256,574.9	966,407.3
TAR		88,824.4	57,436.0	19,192.0	692,100.7			
	27,718.1	1,070,552.0	2,608,754.3	4,231,935.5	16,618,666.8		1,345,801.7	1,226,554.1
TOTAL	2,320,010.6	14,805,677.8	7,610,953.4	9,346,243.5	42,702,098.5	7,975,831.1	7,225,216.3	35,626,410.9

Fuente: BCN

Cabe mencionar que las primeras cinco filas de la tabla anterior nos muestran los productos que producen cada una de las actividades. Por ejemplo, la actividad manufacturera (MANU-A) produce textiles (TEXT-C), productos de petróleo (OILP-C) y otros productos manufactureros (OMAN-C). Por lo tanto, si para cada fila sumamos cada uno de sus elementos obtenemos el valor bruto de producción para cada una de las actividades mostradas en la tabla 1.

Ahora bien, la oferta total de cada producto es destinada a diversos usos, los cuales según la tabla 3 podrían ser: consumo de hogares rurales (HHDRU) y urbanos (HHDUR), consumo del gobierno (GOV), inversión (S-I) y exportaciones (ROW)[1]. Nótese que la suma de todos

[1] Se supone que no se destina nada de estos productos a las otras instituciones tales como los bancos comer-

los elementos de la fila i-ésima de esta tabla es igual a la suma de todos los elementos de la columna i-ésima de la tabla de oferta total, es decir, se cumple la identidad oferta igual a uso para cada producto.

Tabla 3

	HHDRU	HHDUR	GOV	S-I	ROW	TOTAL
COFF-C	18,300.4	2,391.7		173,589.0	2,019,967.0	2,320,010.6
OAGR-C	2,059,117.8	2,866,766.2		577,621.6	1,220,769.5	14,805,677.8
TEXT-C	304,967.8	1,553,575.1		86,119.8	2,903,118.5	7,610,953.4
OILP-C	190,651.0	948,992.3		3,266,584.0		9,346,243.5
OMAN-C	3,446,798.3	12,911,913.9	182,528.2	5,410,862.5	4,512,412.8	42,702,098.5
CONS-C				7,104,503.8		7,975,831.1
TRAN-C	341,410.4	2,399,324.0			2,733,359.2	7,225,216.3
OSER-C	1,700,705.7	9,805,405.7	8,427,872.7	10,632.8	68,571.6	35,626,410.9

Fuente: BCN

A continuación, en la tabla 4 se muestran las fuentes de ingreso para los hogares (HHDRU y HHDUR), los bancos comerciales (SF) y el banco central (BC). Los hogares perciben ingresos por sus posesiones de factores primarios de producción, depósitos en los bancos comerciales y títulos emitidos por el banco central; de igual manera, los hogares también reciben transferencias del gobierno y del resto del mundo (remesas familiares principalmente). Por su parte, el sistema financiero recibe intereses de parte de los créditos que le otorga a los hogares y al gobierno; de igual manera también devenga intereses de los títulos emitidos por el banco central y el gobierno, así como las inversiones financieras que tienen en el resto del mundo. Por último, el banco central[2] recibe intereses por sus reservas internacionales, los cuales son flujos de recursos del extranjero hacia la economía doméstica.

Tabla 4

	LAB	CAP	HHDRU	HHDUR	SF	BC	GOV	ROW	TOTAL
HHDRU	8,242,401.2				531,729.4		257,980.7	861,712.7	9,893,824.1
HHDUR	22,170,442.0	13,477,542.7			531,729.4	118,967.1	846,970.4	4,883,038.7	42,028,690.4
SF			390,775.4	781,552.8		505,672.7	158,934.3	729,100.4	2,566,035.6
BC					1,267,700.4			158,947.7	1,426,648.2
GOV					173,632.6			6,460,393.6	6,634,026.2

Fuente: BCN

Cabe mencionar que en la tabla anterior sólo se muestra dos de los ingresos del gobierno, a saber, los intereses por depósitos que tiene el gobierno en el sistema financiero y las transfe-

ciales (SF) y el banco central (BC).

[2]Es importante mencionar que existe un flujo de recursos desde los bancos comerciales hacia el banco central. Esto proviene de las variaciones de otros activos internos netos, las cuales incluyen el déficit cuasi-fiscal del banco central.

rencias del extranjero. Por lo tanto, esta información se debe completar con los impuestos que cobra el gobierno que son: al ingreso (YTAX), sobre las ventas (STAX) y aranceles (TAR). Los últimos dos impuestos fueron mostrados en la tabla 2, en tanto que el primero no es necesario mostrarlo en una tabla en especial, ya que se supone que solamente se cobran a los hogares urbanos.

Para finalizar, en la tabla 5 se muestran los ahorros y los pagos al exterior de cada una de las instituciones definidas en el modelo. Por ejemplo, según la tabla los únicos que ahorran en la economía son los hogares, el gobierno y el resto del mundo[3]. Por otro lado, según la tabla, los hogares urbanos, los bancos comerciales, el banco central y el gobierno pagan al resto del mundo intereses por deuda externa; de igual manera, los bancos comerciales pagan intereses por los depósitos que tiene el resto del mundo en el sistema financiero privado nicaragüense.

Tabla 5

	HHDRU	HHDUR	SF	BC	GOV	ROW
S-I	1,441,097.2	9,320,459.8			2,388,945.9	3,479,410.4
ROW		268,611.0	61,243.8	802,008.3	1,768,956.8	

Fuente: BCN

2.2 Una Matriz de Contabilidad Social financiera para Nicaragua

Un aspecto que se incorpora en este documento es el balance financiero de las instituciones presentes en este modelo. Para hacer congruente este análisis con el real se construyó una MCS financiera, la cual registra de manera ordenada los activos y pasivos financieros de cada una de las instituciones contra el resto de la economía.

Los datos utilizados para construir dicha matriz (ver tabla 6) fueron obtenidos de la información publicada por el Banco Central de Nicaragua para el año 2000. En la tabla se muestra la información referida a los hogares rurales (HHDRU), los hogares urbanos (HHDUR), los bancos comerciales (SF), el banco central (BC), el gobierno (GOV) y el resto del mundo (ROW).

Donde:

[3]Se debe recordar que el ahorro externo es el déficit en cuenta corriente.

Tabla 6

	HHDRU	HHDUR	SF	BC	GOV	ROW
RIB	0.0	0.0	1,199,997.4	5,298,258.2	0.0	-6,498,255.6
DGBC	0.0	0.0	0.0	-550,272.7	550,272.7	0.0
CB	-3,256,461.8	-6,512,939.9	9,935,124.0	0.0	-165,722.2	0.0
DE	0.0	-8,953,700.0	-1,695,498.0	-26,733,609.0	-58,965,228.0	96,348,035.0
OAIN	0.0	1,604,195.2	-1,604,195.2	37,045,358.8	-37,045,358.8	0.0
K	0.0	13,477,542.7	0.0	0.0	0.0	0.0
BIMO	974,717.5	974,717.5	160,265.0	-2,109,700.0	0.0	0.0
ENC	0.0	0.0	4,026,608.2	-4,026,608.2	0.0	0.0
DEP	8,862,157.0	8,862,157.0	-20,791,171.3	0.0	2,893,876.8	172,980.6
LBC	0.0	1,699,530.7	7,223,896.4	-8,923,427.1	0.0	0.0
LG	0.0	9,410,782.4	1,544,973.5	0.0	-10,955,755.9	0.0
RIQ	6,580,412.6	20,562,285.6	0.0	0.0	-103,687,915.5	90,022,760.0

Fuente: BCN

RIB	reservas internacionales brutas
DGBC	depósitos del gobierno en el banco central
CB	crédito total de la banca comercial
DE	deuda externa
OAIN	otros activos internos netos
K	stock de capital
BIMO	billetes y monedas
ENC	encaje de los bancos comerciales en el banco central
DEP	saldo de depósitos que posee la banca comercial
LBC	títulos emitidos por el banco central
LG	títulos emitidos por el gobierno
RIQ	riqueza neta, es decir, activos totales (físicos y financieros) menos pasivos totales

En la MCS financiera se incluyen aquellos activos y pasivos que tienen una gran importancia en la economía nicaragüense. Ellos son las reservas internacionales del banco central y los bancos comerciales, los depósitos del gobierno en el banco central, los depósitos de los agentes, la cartera de crédito de los bancos comerciales, la deuda externa de cada uno de los agentes, el circulante y la caja de los bancos, el encaje de los bancos comerciales en el banco central y los títulos emitidos por el banco central y el gobierno.

Se supone que la riqueza neta de los bancos comerciales y el banco central es cero. El ítem de Otros Activos Internos Netos (OAIN) se ajusta de manera tal que se pueda cumplir con este supuesto. Además, se supone que los OAIN de los bancos son contra el sector privado no financiero, y los OAIN del banco central son contra el gobierno.

Por otro lado, los únicos sectores en la economía que poseen capital físico son los hogares (es-

pecíficamente los urbanos) y el gobierno. Los valores incluidos en estas celdas deben coincidir con los introducidos en la MCS real explicada en la sección anterior.

En relación a los billetes y monedas emitidos por el banco central, cabe mencionar que ellos están en poder del sector privado no financiero (numerario) y los bancos comerciales (caja). Se supone que el gobierno no mantiene nada de esta emisión.

2.3 Formulación matemática del MEG

El MEG utilizado en este documento posee los elementos necesarios para realizar análisis de costos y de demanda, de tal manera que se puede determinar el efecto de varios choques sobre los precios y la producción de cada uno de los productos incluidos en el modelo, así como el efecto sobre la distribución del ingreso y el consumo de los hogares. Por otro lado, también se puede aproximar el impacto del choque sobre los balances financieros de cada una de las instituciones incluidas en el análisis.

Este modelo se divide en dos grandes partes. La primera es referida a los aspectos reales de la economía nicaragüense, en tanto que la segunda se refiere a los financieros. Aquella es la que típicamente aparece en los trabajos de modelos de equilibrio general, es por ello que su presentación es igual a la forma convencional[4]. Es decir, se presenta en cuatro bloques: precios, actividades y productos, instituciones y restricciones de la parte real.

2.3.1 Aspectos reales

Antes de describir cada uno de los bloques contenidos en esta sección real, se procede a definir los dominios, las variables y los parámetros utilizados.

Dominios

$a \in A$	*actividades*
$c \in C$	*productos*
$c \in CM(\subset C)$	*productos importados*
$c \in CNM(\subset C)$	*productos no importados*
$c \in CE(\subset C)$	*productos exportados*
$c \in CNE(\subset C)$	*productos no exportados*
$f \in F$	*factores de producción*
$h \in H(\subset I)$	*hogares*
$i \in I$	*instituciones (hogares, bancos comerciales, banco central, gobierno y resto del mundo)*

[4]Para una explicación más clara y detallada ver Löfgren, Harris, y Robinson [2001]

Parámetros

ad_a	*parámetro de eficiencia de la función de producción*
aq_c	*parámetro de cambio para la función de oferta compuesta (Armington)*
aq_c	*parámetro de cambio para la función de transformación de producto (CET)*
cp_i	*índice de precios al consumidor*
$cwts_c$	*ponderación de cada producto en CPI*
ica_{ca}	*cantidad de "c" como insumo intermedio por unidad de actividad "a"*
mps_h	*fracción del ingreso disponible destinado a ahorro*
pwe_c	*precio de exportaciones (dólares)*
pwm_c	*precio de importaciones (dólares)*
qg_c	*demanda del producto "c" por parte del gobierno*
$qinv_c$	*demanda de inversión en el año base*
$shry_{hf}$	*participación del factor "f" en el ingreso del hogar "h"*
te_c	*tasa de impuesto a las exportaciones*
tm_c	*tasa de la tarifa aplicada a las importaciones*
tq_c	*tasa de impuesto a las ventas*
$tr_{ii'}$	*transferencia de la institución i' a la institución i*
ty_h	*tasa de impuesto al ingreso de los hogares*
α_{fa}	*participación del factor "f" en el valor agregado de la actividad "a"*
β_{ch}	*participación del producto "c" en el consumo del hogar "h"*
δ_c^q	*parámetro de participación para la función de oferta compuesta (Armington)*
δ_c^t	*parámetro de participación para la función de transformación del producto (CET)*
θ_{ac}	*rendimiento del producto "c" por unidad de actividad "a"*
ρ_c^q	*exponente* $(-1 < \rho_c^q < \infty)$ *para la función de oferta compuesta (Armington)*
ρ_c^t	*exponente* $(+1 < \rho_c^t < \infty)$ *para la función de transformación del producto (CET)*
σ_c^q	*elasticidad de sustitución para la función de oferta compuesta (Armington)*
σ_c^t	*elasticidad de sustitución para la función de transformación del producto (CET)*

Variables

EG	*gasto del gobierno*

EXR	*tipo de cambio (moneda doméstica por moneda extranjera)*
$FSAV$	*ahorro externo*
$IADJ$	*factor de ajuste de la inversión*
PA_a	*precio de la actividad*
PD_c	*precio doméstico del producto doméstico*
PE_c	*precio de exportaciones (moneda doméstica)*
PM	*precio de importaciones (moneda doméstica)*
PQ_c	*precio del producto compuesto*
PVA_c	*precio del valor agregado*
PX_c	*precio del productor*
QA_a	*nivel de actividad*
QD_c	*cantidad de producto doméstico vendido domésticamente*
QE_c	*quantum exportado*
QF_{fa}	*cantidad demandada del factor "f" de parte de la actividad "a"*
QFS_f	*oferta del factor "f"*
$iact$	*tasa de interés activa*
QH_{ch}	*cantidad de consumo de producto "c" por parte del hogar "h"*
$QINT_c$	*cantidad de uso intermedio de producto por parte de la actividad "a"*
$QINV_c$	*cantidad de demanda de inversión*
QM_c	*quantum de importaciones*
QQ_c	*cantidad ofertada a los demandantes de producto doméstico (oferta compuesta)*
QX_c	*quantum de producto doméstico*
$WALRAS$	*variable dummy (cero en equilibrio)*
WF_f	*tasa de renta del factor "f"*
$WFDIST_{fa}$	*distorsión del factor "f" en la actividad "a"*
YFh_f	*transferencia de ingreso al hogar "h" del factor "f"*
YG	*ingreso del gobierno*
YH_h	*ingreso de los hogares*

Después de haber definido los dominios, las variables y los parámetros a utilizar en la parte real, se procede a describir cada uno de los bloques de ecuaciones de esta sección.

1. Bloque de precios

   El sistema de precios del modelo es bastante completo porque se suponen diferencias entre los productos en cuanto al origen y destino. Este bloque consiste de ecuaciones en las cuales los precios endógenos son relacionados con otras variables (ya sean endógenas o exógenas) del modelo.

Primeramente se modelan los precios de las importaciones y exportaciones en moneda doméstica. En las ecuaciones (1) y (2) descritas abajo se supone que el país es pequeño de manera tal que es aceptador de precios y por lo tanto los precios en moneda extranjera de los bienes de importación y exportación son exógenos.

Precio de importaciones

$$PM_c = (1 + tm_c) \times EXR \times pwm_c \quad (c \in CM) \tag{1}$$

Precio de exportaciones

$$PE_c = (1 - te_c) \times EXR \times pwe_c \quad (c \in CE) \tag{2}$$

Por otro lado, por cada mercancía, los demandantes domésticos (hogares, gobierno, productores e inversionistas) pagan un precio promedio ponderando entre los precios del producto doméstico y el importado, donde aquél es ajustado por la tasa de impuestos sobre venta[5]. La ecuación (3) aclara la idea anterior.

Precio pagado por los demandantes domésticos

$$PQ_c = \frac{[PD_c \times QD_c + (PM_c \times QM_c)_{c \in CM}] \times (1 + tq_c)}{QQ_c} \quad (c \in C) \tag{3}$$

La anterior ecuación se puede transformar en :

$$PQ_c \times QQ_c = [PD_c \times QD_c + (PM_c \times QM_c)_{c \in CM}] \times (1 + tq_c) \quad (c \in C) \tag{3'}$$

También, se debe tomar en cuenta que existe un precio de cada mercancía para el productor que es un promedio ponderado del precio de los bienes que se venden a nivel doméstico y externo[6]. La ecuación (4) aclara esta idea.

[5]Este enunciado se deriva de la homogeneidad lineal de la función de oferta compuesta (tipo Armington) de cada producto.

[6]Esta idea surge de la homogeneidad lineal de la función de elasticidad de transformación constante para cada producto.

Precio relevante para el productor

$$PX_c = \frac{PD_c \times QD_c + (PE_c \times QE_c)_{c \in CE}}{QX_c} \quad (c \in C) \tag{4}$$

La anterior ecuación se puede transformar en:

$$PX_c \times QX_c = PD_c \times QD_c + (PE_c \times QE_c)_{c \in CE} \quad (c \in C) \tag{4'}$$

Dado el precio para cada mercancía se puede obtener el precio unitario de la producción de cada actividad y el valor agregado de cada una de ellas. En las ecuaciones (5) y (6) se aclaran estas ideas:

Precio de cada actividad

$$PA_a = \sum_{c \in C} PX_c \times \theta_{ac} \quad (a \in A) \tag{5}$$

Precio del valor agregado

$$PVA_a = PA_a - \sum_{c \in C} PQ_c \times ica_{ac} \quad (a \in A) \tag{6}$$

2. Bloque de actividades y productos

En este modelo se supone que cada productor maximiza ganancias, definidas como la diferencia entre sus ingresos y los costos de los factores e insumos intermedios. El nivel de cada actividad surge de una función de proporciones fijas (función Leontief) entre las cantidades de valor agregado y de insumos intermedios. El valor agregado, por su parte, es una función Cobb-Douglas de los factores primarios de producción, los cuales son el trabajo y el capital. A continuación se presentan formalmente las ideas mencionadas anteriormente.

Función de produccion de cada actividad

$$QA_a = ad_a \times \prod QF_{fa}^{\alpha_{fa}} \quad (a \in A) \tag{7}$$

Demanda de factores

$$WF_f \times WFDIST_{fa} = \frac{\alpha_{fa} \times PVA_a \times QA_a}{QF_{fa}} \quad (f \in F,\ a \in A) \tag{8}$$

Demanda de insumos intermedios

$$QINT_{ca} = ica_{ca} \times QA_a \quad (c \in C,\ a \in A) \tag{9}$$

Función de producción de cada mercancía

$$QX_c = \sum_{a \in A} \theta_{ac} \times QA_a \quad (c \in C) \tag{10}$$

Por otro lado, se debe tomar en cuenta que no existe una perfecta sustituibilidad entre un bien producido a nivel doméstico y su homólogo importado. Por lo tanto, es razonable pensar que la oferta total de ese bien no es la simple suma de las cantidades producidas domésticamente y las importadas, sino más bien una suma modificada que incorpore las preferencias del demandante en cuanto al origen de los bienes. Esta suma modificada es una función de oferta compuesta tipo Armington (función de elasticidad de sustitución constante), cuyo dominio está limitado a los bienes que tienen una contraparte importada. En las ecuaciones 11 y 12 se muestran la función de oferta compuesta y la regla de elección en cuanto al origen de los bienes, respectivamente.

Función de oferta compuesta (Armington)

$$QQ_c = aq_c \times \left(\delta_c^q \times QM_c^{-\rho_c^q} + \left(1 - \delta_c^q\right) \times QD_c^{-\rho_c^q}\right)^{-1/\rho_c^q} \quad (c \in CM) \tag{11}$$

Ratio de demanda de bienes importados y domésticos

$$\frac{QM_c}{QD_c} = \left(\frac{PD_c}{PM_c} \times \frac{\delta_c^q}{1 - \delta_c^q}\right)^{\frac{1}{1+\rho_c^q}} \quad (c \in CM) \tag{12}$$

En el caso de que los bienes no tengan una contraparte importada, la oferta total es igual a la producción doméstica usada domésticamente, lo cual es mostrado en la ecuación 13.

Oferta compuesta de mercancias no importadas

$$QQ_c = QD_c \quad (c \in CNM) \tag{13}$$

En esta línea de análisis, los productores también se enfrentan a una sustituibilidad imperfecta entre los bienes domésticos destinados a la exportación y aquellos destinados al mercado doméstico, de tal manera que el producto total doméstico no es la simple suma de los volúmenes de exportaciones y ventas internas, sino una suma que incorpora el proceso de transformación complejo existente entre los bienes en la medida que difieren de destino. En las ecuaciones 14 y 15 se muestran la función de transformación y la regla de elección óptima del mercado de destino del producto, respectivamente.

Función de transformación del producto

$$QX_c = at_c \times \left(\delta_c^t \times QE_c^{\rho_c^t} + \left(1-\delta_c^t\right) \times QD_c^{\rho_c^t}\right)^{1/\rho_c^t} \quad (c \in CE) \tag{14}$$

Ratio de demanda de bienes exportados y domésticos

$$\frac{QE_c}{QD_c} = \left(\frac{PE_c}{PD_c} \times \frac{1-\delta_c^t}{\delta_c^t}\right)^{\frac{1}{\rho_c^t-1}} \quad (c \in CE) \tag{15}$$

Para los productos que no son exportados, la función de transformación es sustituida por un enunciado que impone la igualdad entre el producto vendido domésticamente y el producto doméstico. En la ecuación 16 se muestra esta idea.

Oferta compuesta de mercancias no exportadas

$$QX_c = QD_c \quad (c \in CNE) \tag{16}$$

3. Bloque de instituciones

   El primer elemento de este bloque es el correspondiente al ingreso de cada familia debido a la tenencia de un determinado factor de producción. Si suponemos que el hogar

tiene una proporción constante de la oferta total del factor, se puede establecer en la ecuación 17 que:

Ingreso factorial

$$YF_{hf} = shry_{hf} \times \sum_{a \in A} WF_f \times WFDIST_{fa} \times QF_{fa} \quad (h \in H,\ f \in F) \tag{17}$$

Por otro lado, según lo mostrado en la ecuación 18, el ingreso total de cada hogar es igual al ingreso generado por los factores primarios de producción más las transferencias recibidas del gobierno y del resto del mundo.

Ingreso del hogar

$$YH_h = \sum_{f \in F} YF_{hf} + tr_{h,sf} + tr_{h,bc} + tr_{h,gob} + EXR \times tr_{h,rm} \tag{18}$$

También, en este bloque se encuentran las demandas de consumo de parte de los hogares y la parte de cada producto destinada a la inversión en otros sectores. A continuación se muestran las ecuaciones 19 y 20 que modelan estas variables.

Demanda de consumo por parte de los hogares

$$QH_{ch} = [1 - \Theta \times (iact - iact0)] \frac{\beta_{ch} \times (1 - mps_h) \times \left[(1 - ty_h) \times YH_h - tr_{sf,h} - EXR \times tr_{rm,h}\right]}{PQ_c}$$
$$(c \in C,\ h \in H) \tag{19}$$

Demanda de inversión

$$QINV_c = [1 - \Psi \times (iact - iact0)]\, qinv_c \times IADJ \quad (c \in C) \tag{20}$$

Por otro lado, el gobierno presenta una serie de ingresos y gastos. Los ingresos están determinados por los impuestos directos, impuestos sobre las ventas, tarifas a las importaciones, impuestos a las exportaciones, intereses recibidos por depósitos en bancos

comerciales y transferencias recibidas del resto del mundo. En tanto que los gastos están determinados por los pagos de intereses por títulos emitidos anteriormente, las transferencias a los hogares y el consumo de bienes por parte del gobierno. A continuación se muestran las ecuaciones 21 y 22 que describen las relaciones mencionadas anteriormente.

$$YG = tr_{gov,sf} + EXR \times tr_{gov,row} + \sum_{h \in H} ty_h \times YH_h + \sum_{c \in C} tq_c \times \left(PD_c \times QD_c + \left(PM_c \times QM_c \right)_{c \in CM} \right) + \sum_{c \in CM} tm_c \times EXR \times pwm_c \times QM_c + \sum_{c \in CE} te_c \times EXR \times pwe_c \times QE_c \quad (21)$$

$$EG = tr_{sf,gov} + \sum_{h \in H} tr_{h,gov} + \sum_{c \in C} PQ_c \times qg_c + EXR \times tr_{row,gov} \quad (22)$$

4. Restricciones de los aspectos reales

   Este bloque define las restricciones que son satisfechas por la economía en su conjunto y que se encuentran en la MCS real que se describió con anterioridad. Las restricciones microeconómicas del modelo se aplican a mercados individuales de factores y mercancías, y consisten básicamente en las condiciones de igualación de la oferta con la demanda de cada uno de los ítems. A continuación se muestran, a través de ecuaciones, las condiciones mencionadas.

Mercados de factores

$$\sum_{a \in A} QF_{fa} = QFS_f \quad (f \in F) \quad (23)$$

Mercados de bienes

$$QQ_c = \sum_{a \in A} QINT_{ca} + \sum_{h \in H} QH_{ch} + qg_c + QINV_c \quad (c \in C) \quad (24)$$

La ecuación 23 es referida a la igualdad entre la oferta y la demanda de cada uno de los factores de producción. En cambio, la ecuación 24 es referida a la igualdad entre la

oferta global de un determinado bien y el correspondiente a la demanda global de dicho bien. La oferta global es igual a la suma de la producción, los impuestos sobre ventas, las importaciones y las tarifas sobre ellas. Por otro lado, la demanda global es igual a la utilización de dicho bien como: insumo intermedio para otros productos, el consumo de los hogares y el gobierno, y la parte de ese producto que se destina a gasto de inversión en otros sectores.

Por otro lado, existen restricciones macroeconómicas que se aplican sobre la cuenta corriente y el balance ahorro – inversión. La ecuación de cuenta corriente impone igualdad entre el ahorro extranjero y el déficit en cuenta corriente, definido éste como las importaciones de bienes y servicios (incluyendo factoriales y no factoriales) menos la suma de las exportaciones y las transferencias netas recibidas del extranjero (dirigidas a los hogares y el sector público). En tanto que el balance ahorro – inversión impone la igualdad entre el ahorro total (compuesto por el ahorro de los hogares, el gobierno y el extranjero) y la inversión. Estas ideas se muestran en las siguientes identidades.

Balance de cuenta corriente

$$\sum_{c \in C} pwe_c \times QE_c + \sum_{i \in I} tr_{i,row} + FSAV = \sum_{c \in CM} pwm_c \times QM_c + \sum_{i \in I} tr_{rm,i} \tag{25}$$

Balance ahorro-inversion

$$\sum_{h \in H} mps_h \times \left(\left(1 - ty_h\right) \times YH_h - tr_{sf,h} - EXR \times tr_{rm,h} \right) + (YG - EG) + EXR \times FSAV = \sum_{c \in C} PQ_c \times QINV_c + WALRAS \tag{26}$$

Para finalizar la sección de aspectos reales es importante mencionar que el MEG se puede ajustar a la manera en que funcionan los mercados de factores y el cierre de las cuentas externas. Por ejemplo, se puede considerar si el capital es móvil entre industrias o si es específico a una de ellas. Se pueden analizar los casos de si existe desempleo o si existe plena utilización de la fuerza laboral. Adicionalmente, si se desea, se pueden analizar los resultados macroeconómicos cuando el tipo de cambio es predeterminado y la cuenta corriente se ajusta para garantizar ese tipo de cambio, contra el caso en que la cuenta corriente está dada y el tipo de cambio es la variable que se ajusta.

Cabe mencionar que el caso más apropiado para Nicaragua es el de una economía con bienes de capital específicos a cada industria, con un determinado nivel de desempleo, un tipo de cambio predeterminado y una cuenta corriente que se ajusta para garantizar

ese tipo de cambio, y que tiene como contrapartida un flujo en la cuenta de capitales o una variación de las reservas internacionales del banco central.

2.3.2 Aspectos financieros

1. Hogares rurales

   Para modelar las variables financieras se pueden utilizar diversos supuestos. Por ejemplo, en el caso de los hogares rurales se puede pensar que la demanda de billetes y monedas se comporta según lo establecido por una ecuación cuantitativa del dinero, de manera tal que las variaciones porcentuales de la demanda de billetes y monedas sea igual a las variaciones del ingreso de los hogares. La siguiente ecuación explica mejor lo anteriormente dicho:

$$BIMORU = (BIMORU0/YH0_{HHDRU}) \times YH_{HHDRU} \tag{27}$$

   Donde:

$BIMORU0$	saldo de billetes y monedas de los hogares rurales en el año base
$YH0_{HHDRU}$	ingreso corriente de los hogares rurales en el año base
$BIMORU$	saldo efectivo de billetes y monedas de los hogares rurales
YH_{HHDRU}	ingreso corriente efectivo de los hogares rurales

   Además, se puede suponer que los depósitos de los rurales (DEPRU) en los bancos comerciales tiene un comportamiento constante, o por otro lado, que dicho saldo depende de la estructura de retornos de la economía (en especial la tasa de interés pasiva) y del saldo de riqueza de las familias rurales. Claro está, la modelación final depende del objetivo de la investigación.

   Por último, la demanda de crédito de parte de los hogares rurales puede estar en función de la tasa de interés activa de la economía[7], donde la relación entre dichas variables es negativa puesto que un aumento de la tasa de interés reduce la demanda de crédito.

$$CBHRU = UCBHRU \times IACT^{-ECBHRU} \tag{28}$$

[7]Obviamente, la demanda de crédito depende de la tasa de interés real (no de la nominal), sin embargo se utilizó la activa para facilitar la convergencia del modelo porque la introducción de la tasa de inflación genera complicaciones para el programa GAMS. También debe tomarse en cuenta que la demanda de crédito depende de otros factores tales como la disponibilidad de proyectos de inversión rentables.

Donde:

$CBHRU$	demanda total de crédito de parte de los rurales
$UCBHRU$	factor de expansión de la demanda de crédito
$IACT$	tasa de interés activa que cobran los bancos comerciales
$ECBHRU$	elasticidad de la demanda de crédito con respecto a la tasa de interés activa

2. Hogares urbanos

   Según el modelo planteado en este documento los hogares urbanos tienen más relaciones financieras con el resto de agentes que los rurales, es por ello que tienen a su alcance una mayor gama de activos y pasivos financieros. En efecto, en el modelo se plantea que ellos poseen no sólo el mismo tipo de activos y pasivos de los rurales (billetes y monedas, depósitos y crédito de la banca comercial), sino que también títulos emitidos por el banco central y el gobierno, así como deuda con el extranjero.

   La demanda de billetes y monedas, depósitos y crédito de parte de los urbanos es análoga al caso de los rurales. Así, la demanda de billetes y monedas sigue una ecuación cuantitativa, como la que se muestra a continuación:

$$BIMOUR = (BIMOUR0/YH0_{HHDUR}) \times YH_{HHDUR} \tag{29}$$

Donde:

$BIMOUR0$	saldo de billetes y monedas de los hogares urbanos en el año base
$YH0_{HHDUR}$	ingreso corriente de los hogares urbanos en el año base
$BIMOUR$	saldo efectivo de billetes y monedas de los hogares urbanos
YH_{HHDUR}	ingreso corriente efectivo de los hogares urbanos

La demanda de depósitos (DEPUR) se puede modelar ya sea como un valor constante al igual que los rurales, o como una demanda compleja que incorpora la estructura de tasas de interés de la economía (en especial la tasa pasiva). Por otro lado, la demanda de crédito sigue un comportamiento análogo al mostrado en el caso de los rurales, de manera que:

$$CBHUR = UCBHUR \times IACT^{-ECBHUR} \tag{30}$$

Donde:

$CBHUR$	demanda total de crédito de parte de los urbanos
$UCBHUR$	factor de expansión de la demanda de crédito
$IACT$	tasa de interés activa que cobran los bancos comerciales
$ECBHUR$	elasticidad de la demanda de crédito de los urbanos con respecto a la tasa de interés

En relación a la demanda de títulos del banco central (LBCUR) y el gobierno (LGUR), así como la demanda de deuda externa (DEHUR) se puede suponer que se mantienen en un valor constante. Sin embargo, las interrelaciones se podrían enriquecer si se incorpora una estructura de tasas de interés (en especial la tasa de rendimiento de dichos títulos) que reflejen los costos de oportunidad de dichos recursos financieros. Esto último depende del interés del usuario, puesto que el MEG es flexible en cuanto a estas consideraciones.

3. Bancos comerciales

   Para modelar el comportamiento de los activos y pasivos financieros de los bancos comerciales se utilizarán supuestos bastante razonables que también son utilizados en la programación financiera del BCN. Por ejemplo, suponemos que la caja de los bancos comerciales es una fracción constante del total de depósitos, de manera que se tiene la siguiente ecuación:

$$BIMOSF = CDEP \times (DEPRU + DEPUR + DEPGOV + DEPROW) \tag{31}$$

Donde:

$BIMOSF$	saldo en caja de los bancos comerciales
$CDEP$	fracción de los depósitos totales que los bancos comerciales mantienen en forma de caja
$DEPUR$	saldo de depósitos de los urbanos
$DEPGOV$	saldo de depósitos del gobierno
$DEPROW$	saldo de depósitos del resto del mundo

De igual manera, suponemos que el encaje de los bancos es una fracción constante del total de depósitos. Es por ello que se plantea la siguiente ecuación:

$$ENC = TENC \times (DEPRU + DEPUR + DEPGOV + DEPROW) \tag{32}$$

Donde:

ENC	saldo de encaje de los bancos comerciales en el banco central
$TENC$	tasa de encaje efectiva de los bancos comerciales

Por otro lado, la demanda de inversiones en el exterior (conocidas como reservas internacionales brutas de la banca comercial) se puede modelar de la siguiente manera:

$$RIBSF = URIBSF \times ASSSF \times (IEXT/OPRIBSF)^{ERIBSF} \tag{33}$$

Donde:

$RIBSF$	saldo de reservas internacionales brutas de la banca comercial
$URIBSF$	factor de expansión de la demanda de reservas internacionales
$ASSSF$	total de activos generadores de rendimiento, a saber, reservas internacionales, títulos del gobierno y el banco central, y crédito a los diversos agentes de la economía
$OPRIBSF$	costo de oportunidad de invertir en el extranjero, el cual es un promedio ponderado de los retornos de las otras alternativas de inversión en activos generadores de rendimiento
$ERIBSF$	elasticidad de de la demanda de reservas con respecto al retorno relativo de dicha inversión

La demanda de títulos del banco central y el gobierno siguen un comportamiento similar a la ecuación anterior:

$$LBCSF = ULBCSF \times ASSSF \times (IBC/OPLBCSF)^{ELBCSF} \tag{34}$$
$$LGSF = ULGSF \times ASSSF \times (IG/OPLGSF)^{ELGSF} \tag{35}$$

Donde:

$LBCSF$	demanda de títulos emitidos por el banco central de parte de la banca
$LGSF$	demanda de títulos emitidos por el gobierno de parte de la banca
$ULBCSF$	factor de expansión de la demanda de títulos del banco central
$ULGSF$	factor de expansión de la demanda de títulos del gobierno
IBC	tasa de retorno de los títulos emitidos por el banco central
IG	tasa de retorno de los títulos emitidos por el gobierno
$OPLBCSF$	costo de oportunidad de los títulos del banco central
$OPLGSF$	costo de oportunidad de los títulos del gobierno
$ELBCSF$	elasticidad de la demanda de títulos del banco central con respecto al retorno
$ELGSF$	elasticidad de la demanda de títulos del gobierno con respecto al retorno

Ahora bien, hay que tomar en cuenta que los bancos comerciales tienen un balance en el cual los activos se igualan con los pasivos más el capital. De esta manera se tiene la siguiente identidad:

$$RIBSF + BIMOSF + ENC + LBCSF + LGSF + (CBHRU + CBHUR + CBGOV) + OAINSF - DESF - (DEPRU + DEPUR + DEPGOV + DEPROW) = 0 \quad (36)$$

Si consideramos que los otros activos internos netos de los bancos comerciales (OAINSF) y la deuda con el extranjero (DESF) tienen un valor constante[8], entonces, a partir de esta identidad podemos obtener la cartera de crédito de la banca comercial compuesta por CBHRU, CBHUR y CBGOV, donde este último es el crédito dirigido al gobierno. Para simplificar la modelación se supondrá que ante cualquier choque, el crédito que se ve afectado es el dirigido a los rurales y los urbanos, en tanto que el dirigido al gobierno se mantiene constante.

4. Banco Central

   El balance del banco central nos indica que se debe cumplir la siguiente restricción:

$$RIBBC + OAINBC - DGBC - DEBC - (BIMORU + BIMOUR + BIMOSF) - ENC - (LBCUR + LBCSF) = 0 \quad (37)$$

Donde:

$RIBBC$	reservas del banco central
$OAINBC$	otros activos internos netos del banco central
$DGBC$	depósitos del gobierno en el banco central
$DEBC$	deuda externa del banco central

En la ecuación anterior se tienen algunas variables cuyos valores están determinados exógenamente. Por ejemplo, se realiza el supuesto de que los otros activos internos netos y la deuda externa del banco central tienen un valor constante. Adicionalmente, los

[8]Obviamente, se podría incluir en el MEG, una ecuación que modele de manera más compleja a la deuda externa del sistema financiero.

depósitos del gobierno en el banco central tienen una evolución predeterminada (independiente de lo que ocurre con las variables de esta ecuación), la cual es mostrada en la próxima sección correspondiente al gobierno. Ahora bien, si consideramos que el objetivo primordial del banco central es mantener la estabilidad de precios mediante el ancla cambiaria, es de esperar que éste tenga una regla de movimiento para las reservas internacionales de tal manera que éstas tengan una cobertura deseada de la base monetaria. Lo anterior implica que la variable de cierre de las cuentas del BCN es las colocaciones netas de títulos, es decir, las letras LBCUR y LBCSF se calculan como residuo en el balance contable mostrado anteriormente. Sin embargo, si consideramos que las letras del banco central están dadas, entonces, ahora serían las reservas internacionales las que se calculan como residuo de la identidad contable. Obviamente, al final, la elección de la variable de cierre dependerá del usuario del MEG.

5. Gobierno

   En relación a esta institución se pueden realizar diversos supuestos. Por ejemplo, se puede suponer que la deuda externa contraída (DEGOV) se mantiene en un valor constante en córdobas. Por otro lado, el saldo de depósitos en el banco central puede seguir la siguiente ecuación de movimiento:

$$DGBC = DGBC0 + AGOB \times \{(YG - EG) - (YG0 - EG0)\} \tag{38}$$

   Donde:

   $DGBC0$ saldo de depósitos del gobierno en el banco central en el año base
   $AGOB$ fracción del ahorro del gobierno que va dirigida a incrementar los depósitos del gobierno en el banco central

   De igual manera, se puede suponer que los depósitos del gobierno en la banca comercial siguen una ecuación de movimiento análoga, a saber:

$$DEPGOV = DEPGOV0 + (1 - AGOB) \times \{(YG - EG) - (YG0 - EG0)\} \tag{39}$$

   Donde:

   $DEPGOV0$ saldo de depósitos del gobierno en la banca comercial en el año base

   Por último, la economía debe satisfacer la identidad contable básica de balanza de pagos, a saber que el saldo en cuenta corriente más el saldo en la cuenta de capital es igual a la variación de las reservas internacionales del banco central. Dicha identidad se escribe a continuación:

$$(EXR0 \times FSAV0 - EXR \times FSAV) + \{(DEHUR + DESF + DEBC + DEGOV) - (DEHUR0 + DESF0 + DEBC0 + DEGOV0)\} + (DEPROW - DEPROW0) - (RIBSF - RIBSF0) = (RIBBC - RIBBC0) \quad (40)$$

Donde:

$EXR0$	tipo de cambio del córdoba con respecto al dólar en el año base
$FSAV0$	ahorro externo en el año base
$DEHUR0$	deuda externa de los hogares urbanos en el año base
$DESF0$	deuda externa de los bancos comerciales en el año base
$DEBC0$	deuda externa del banco central en el año base
$DEGOV0$	deuda externa del gobierno en el año base
$DEPROW0$	saldo de depósitos del resto del mundo en el año base
$RIBSF0$	saldo de reservas internacionales de la banca comercial en el año base
$RIBBC0$	saldo de reservas internacionales del banco central en el año base

3 Algunos ejercicios de simulación

3.1 Incremento del precio del petróleo

En este documento se simula un incremento del precio del petróleo de 23 por ciento, el cual coincide con la tasa de crecimiento promedio anual observada en los últimos años. El ejercicio se realiza suponiendo que el gobierno no interviene regulando la tarifa de transporte, energía eléctrica o agua potable; es decir, en este ejercicio se muestra la verdadera vulnerabilidad de cada sector ante el choque petrolero.

Un incremento del precio del petróleo afecta directa e indirectamente la estructura de costos de los sectores productivos[9]. Un sector es afectado directamente porque los derivados del petróleo constituyen insumos en el proceso productivo. Por otro lado, los costos también son afectados indirectamente vía aumentos en el precio de otros bienes en la economía que son utilizados como insumos en la producción de aquel sector. El incremento de los costos de producción es equivalente a una contracción de la oferta, cuyo efecto sobre la producción y los precios dependerá de la pendiente de la curva de demanda, la cual a su vez depende

[9]Los costos están determinados por el pago a la mano de obra y por el costo de los insumos intermedios requeridos.

de factores como el ingreso real de los consumidores, las sensibilidades de las exportaciones y las importaciones ante variaciones en los precios domésticos, entre otros. En la tabla 7 se muestra el incremento porcentual del costo unitario de producción de cada uno de los sectores. Adicionalmente se muestra en dicha tabla, la reducción sectorial de las ventas en el mercado doméstico, las exportaciones y el nivel de producción, el cual en términos agregados disminuye en 1.9 por ciento. Obviamente que la actividad que resulta más afectada es la del transporte, puesto que es la que utiliza más intensivamente los productos derivados del petróleo.

Tabla 7

Sectores	Costo unitario d producción	Producción	Ventas en mercado doméstico	Exportaciones
		Variación porcentual		
Café	1.1%	-2.2%	-0.9%	-2.3%
Otros productos agrícolas	2.8%	-2.1%	-2.1%	-2.6%
Textiles	3.0%	-1.4%	-1.6%	-1.3%
Otros productos de manufactura	2.9%	-1.4%	-1.5%	-1.1%
Construcción	2.6%	-0.3%	-0.3%	---
Transporte	8.2%	-7.1%	-5.4%	-8.9%
Otros servicios	2.2%	-1.8%	-1.8%	-1.9%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del MEG

Por otro lado, en la tabla 8 se muestra el incremento de precios proyectado en cada una de las actividades económicas, con un aumento del IPC de 1.3 puntos porcentuales con respecto al escenario base. A pesar de que disminuye el salario real relevante para la decisión de producir en cada actividad económica, el empleo y las utilidades de los empresarios disminuyen porque hubo una reducción de la actividad productiva. Cabe mencionar que dentro el sector agrícola, el café presenta una pérdida de aproximadamente 1,300 empleos con respecto al escenario base; en tanto que dentro del sector manufacturero, los textiles pierden alrededor de 600 empleos con respecto al escenario base.

En cuanto a los hogares, se tiene que disminuye el ingreso nominal de ambos tipos de familias. Sin embargo, el ingreso de los urbanos disminuye ligeramente más, con una reducción de 2.6 por ciento comparado con un 2.4 por ciento para los rurales. Ahora bien, al disminuir el ingreso nominal y aumentar los precios, el ingreso real disminuye, lo cual implica una reducción del consumo de los agentes económicos. Nótese en la tabla 3 cómo el consumo de productos agrícolas disminuye 3.2 por ciento, el de productos de manufactura en 3.1 por ciento en promedio, y el de servicios en 2.8 por ciento. La disminución del consumo es acompañada por una caída de la inversión de 0.4% aproximadamente. Esto genera una reducción de la

Tabla 8

Actividad	Incremento de precio	Pérdida de empleo (miles)	Reducción de utilidades
Agricultura	1.2%	8.7	2.7%
Manufactura	0.8%	3.6	2.5%
Construcción	0.8%	0.2	0.3%
Transporte	3.8%	4.1	10.7%
Otros servicios	0.8%	11.4	2.5%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del MEG

demanda agregada en la economía que se traduce en un menor volumen de importaciones en cada uno de los sectores (véase también tabla 9), a pesar de la disminución del tipo de cambio real relevante para las importaciones a causa del aumento de los precios domésticos.

Tabla 9

Productos	Consumo	Importaciones
	Variación porcentual	
Agrícolas	-3.2%	-1.9%
Textiles	-2.2%	-1.8%
Productos de petróleo	-15.5%	-5.6%
Otros manufacturados	-2.1%	-1.7%
Servicios	-2.8%	-2.2%

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del MEG

A pesar de que las importaciones disminuyen, debe tomarse en cuenta que también se redujeron las exportaciones, lo cual combinado con un petróleo más caro, hace que empeore el déficit comercial en 2.8 % del PIB (US$ 160 millones aproximadamente).

Según los resultados de la parte real del MEG, hay una reducción de la actividad económica con respecto al escenario base, lo cual implica que la demanda de saldos reales disminuye en tanto que la tasa de interés activa aumenta. Esto último refuerza la reducción del consumo y la inversión con respecto al escenario base. A pesar de que en el modelo, el consumo y la inversión dependen de la tasa de interés nominal y no de la real, un indicio de que los resultados son razonables es que la tasa nominal aumente al menos lo que aumentan los precios. Afortunadamente, los resultados muestran que tasa de interés nominal activa aumenta aproximadamente 2.0 puntos porcentuales con respecto al escenario base, generando un incremento de la tasa real de 0.7 puntos porcentuales. Por otro lado, según el MEG, el consumo de los

hogares disminuye menos que el ingreso, lo cual es razonable según la teoría del ingreso permanente de Friedman, y por lo tanto la variable que resulta afectada es el ahorro de estos agentes económicos (el ahorro de los hogares disminuye aproximadamente US$ 180 millones con respecto al escenario base). Ahora bien, la reducción del ahorro tiene como contrapartida una acumulación neta de pasivos, la cual se materializa en una reducción de los depósitos (US$ 60 millones aproximadamente) y un incremento del endeudamiento externo (US$ 120 millones aproximadamente). El efecto superior sobre el endeudamiento externo se presenta debido al incremento de la tasa de interés pasiva, la cual sigue la trayectoria de la tasa de interés activa ya que suponemos que los bancos comerciales mantienen un margen financiero constante, disuadiendo así a los depositantes de realizar retiros fuertes para financiar su mayores gastos de consumo. La reducción de los depósitos de los hogares se puede traducir en una menor colocación de créditos, un menor stock de reservas internacionales de los bancos comerciales, un menor saldo caja y encaje, y un mayor endeudamiento externo de los bancos comerciales con respecto al escenario base. En este contexto, sin mayor información es difícil determinar cuáles son las líneas del balance de los bancos que son más afectadas; sin embargo, se impuso en el modelo que los depósitos de los extranjeros se mantienen en su nivel inicial y que existe un ratio constante entre la caja y el encaje con respecto a los depósitos totales, y por lo tanto se tiene que la caja disminuye aproximadamente US$ 3 millones, y el encaje unos US$ 10 millones. Además, se supuso que las reservas internacionales de los bancos así como su endeudamiento externo se mantienen constantes, de manera tal que el crédito total de la banca comercial disminuye aproximadamente US$ 47 millones[10]. Por otro lado, dada la desaceleración económica, la recaudación del gobierno disminuye con respecto al escenario base, generando una reducción del ahorro de dicha institución. Ahora bien, si suponemos que el gobierno no afecta sus depósitos en los bancos comerciales, ni su deuda con el extranjero, y además tampoco intenta colocar más títulos, entonces habrá una reducción de sus depósitos en el banco central. Según los resultados del MEG, la recaudación disminuye US$ 2 millones aproximadamente, haciendo que el ahorro del gobierno disminuya aproximadamente en la misma cuantía. Tomando en cuenta lo dicho anteriormente, las reservas del Banco Central se ven mermadas uno a uno con la reducción de la caja y el encaje de los bancos comerciales, así como la reducción de los depósitos del gobierno en el banco central. Sin embargo, dado que la inflación doméstica aumenta, entonces la demanda por numerario de parte de los hogares aumenta (US$ 16 millones), haciendo que en el neto el efecto sobre las reservas del BCN sea casi nulo (incremento de US$ 1 millón aproximadamente).

Ante las presiones inflacionarias que se han observado en los últimos años debido al alza del precio del petróleo y de los alimentos, es necesario evaluar la posibilidad de utilizar los instrumentos de política monetaria que tiene el banco central para controlar la demanda agregada y detener la escalada de los precios domésticos. Es bien sabido que el régimen de minidevaluaciones pre-anunciadas de Nicaragua restringe el alcance de la política monetaria; sin

[10] Debe recordarse que todas estas cifras son con respecto al escenario base.

embargo debe tomarse en cuenta que existe un componente no transable en la economía que no es despreciable y cuyo nivel de precios podría ser afectado mediante variaciones en la liquidez de la economía. Esto último es incorporado en el análisis, y es por ello que se modela la intervención del BCN mediante el incremento de la tasa de encaje legal. En especial, se va a modelar un incremento de 10 puntos porcentuales de la tasa de encaje legal, el cual desde todo punto de vista puede ser considerado fuerte, y nos va a ser útil para descubrir realmente la sensibilidad de la economía ante las acciones del banco central. Para llevar a cabo esta simulación se realiza el supuesto de que el incremento de la tasa de encaje legal se traduce uno a uno en un incremento de la tasa de encaje efectiva de los bancos, lo cual hace más fácil el análisis dada la dificultad de modelar los excesos de encaje de la banca comercial. A diferencia de la simulación anterior, primeramente se mencionarán los principales aspectos financieros y posteriormente los aspectos reales, puesto que el choque se genera inicialmente en los balances financieros de los bancos comerciales y el banco central.

El incremento de la tasa de encaje legal (y el efectivo) genera un desbalance en las cuentas de los bancos comerciales, ya que en aras de cumplir con su nuevo encaje requerido (US$ 250 millones adicionales) ellos deben reducir ya sea sus saldos en caja, sus inversiones en el exterior, sus tenencias de títulos del gobierno y del banco central o reducir la entrega de crédito. Ahora bien, si suponemos que la tenencia de parte de los bancos comerciales de títulos del gobierno y del banco central no varía se tiene entonces que el efecto del mayor encaje legal se verá reflejado básicamente en la caja, las inversiones en el exterior y la entrega de crédito. Adicionalmente, si suponemos que la caja se mantiene como una proporción constante del saldo de depósitos, entonces a pesar de que el saldo de billetes y monedas en poder de los bancos comerciales disminuye inicialmente, éste retorna al nivel que tenían antes que la autoridad monetaria tomara la medida de política. Esto es así porque los depósitos totales no varían mucho, ya que la reducción de los depósitos debido al menor multiplicador monetario se compensa por la mejora del déficit comercial (la cual se explicará posteriormente en los aspectos reales) y el incremento de la tasa de interés pasiva, la cual sigue a la tasa activa dado un margen financiero constante. Ahora bien, según el MEG estimado, las reservas internacionales de los bancos comerciales presentan una reducción superior a la que sufre la cartera de crédito[11], debido al incremento de 3.0 puntos porcentuales que muestra la tasa de interés activa. En efecto, las reservas internacionales de los bancos comerciales disminuyen en US$ 130 millones, en tanto que la cartera de crédito disminuye en US$ 120 millones. En cuanto al banco central, sus reservas internacionales incrementan inicialmente en el monto que aumenta el encaje de los bancos comerciales (US$ 250 millones). Sin embargo, todavía falta incorporar el efecto de las variaciones de la inflación y la actividad económica, las cuales afectan la demanda de numerario de parte de los hogares y los depósitos del gobierno en el banco central. En cuanto a la demanda de numerario, se tiene que ésta se comporta según la evolución del ingreso nominal. Según las estimaciones, la demanda de numerario disminuye

[11] De nuevo, todo esto es con respecto al escenario base.

aproximadamente 1.5 puntos porcentuales con respecto al escenario base, lo cual implica una reducción de US$ 4.2 millones en las reservas internacionales del BCN. De igual manera, la reducción de la inflación y la actividad económica genera una menor recaudación de parte del gobierno), la cual genera a su vez una reducción del ahorro total de esta institución y de sus depósitos en el banco central (US$ 15.8 millones aproximadamente), los cuales en última instancia afectan en la misma cuantía a las reservas del BCN. Al final, si al incremento de las reservas por el mayor encaje de los bancos le restamos el efecto generado por la menor demanda de numerario y los menores depósitos del gobierno en el banco central se obtiene un aumento de las reservas internacionales del BCN de US$ 230 millones aproximadamente.

El incremento de la tasa de encaje tiene efectos reales puesto que genera una contracción del crédito, y un aumento de la tasa de interés nominal, que afecta las decisiones de consumo e inversión de los agentes económicos. Sin embargo, un elemento que se debe incluir en el análisis es que la reducción del crédito puede ser diferenciada entre los sectores económicos (transables y no transables). Como una primera aproximación se consideró que los productos de las actividades agrícolas y manufactureras son bienes transables, en tanto que los correspondientes a las actividades de construcción, transporte y otros servicios son no transables. Obviamente, esto puede estar sujeto a muchas críticas, pero es un punto de partida, y además el MEG es flexible para realizar cambios en cuanto al grado de transabilidad de un producto. En la tabla 10 se muestran tres casos en cuanto a los efectos de un incremento de la tasa de encaje legal sobre la inflación, crecimiento económico y déficit comercial. El primer caso, se refiere a una reducción del crédito para demandar productos transables solamente, y nos indica que la inflación y el crecimiento económico resultan levemente afectados, en tanto que el déficit comercial mejora 2.2 puntos porcentuales del PIB aproximadamente. No obstante, es importante mencionar que este modelo no incorpora la dinámica de las variables en el tiempo, y por lo tanto no considera el efecto de menores importaciones de bienes de capital sobre el crecimiento económico futuro. Por otro lado, de acuerdo al caso número dos, si disminuye solamente el crédito para demandar productos no transables, entonces se observaría una pequeña (casi nula) mejora en el déficit comercial, pero con una reducción considerable de la inflación y crecimiento económico (2.6 y 0.5 puntos porcentuales, respectivamente). Por último, si la reducción del crédito se materializa en igual proporción para los bienes transables y los no transables (tercer caso), entonces se tiene un efecto intermedio sobre los precios, el PIB y el déficit comercial. Justamente, éste es el escenario que se mostró en la sección de aspectos financieros, en el cual se modela la reacción de la demanda de numerario de los hogares y los depósitos del gobierno en el banco central. Cabe mencionar que bajo este mismo escenario se determinará el impacto de la medida de política económica sobre el resto de variables macroeconómicas.

La reducción de la actividad económica tiene como contrapartida una reducción del consumo de 0.9 puntos porcentuales, así como una reducción de la inversión de 1.0 punto porcentual, debido al incremento del costo de los recursos financieros. La reducción del consumo y de la

Tabla 10

Caso Nª	Reducción de crédito		Efecto sobre cada variable		
	Transables	No transables	Precios	PIB	Déf. Com./PIB
1	100%	0%	0.0%	0.0%	-2.2 pp
2	50%	50%	-1.1%	-0.3%	-1.3 pp
3	0%	100%	-2.6%	-0.5%	0.0 pp

Nota: "pp" significa puntos porcentuales
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del MEG

inversión trae consigo una reducción del volumen de importaciones de 1.5 puntos porcentuales; en tanto que la reducción de los precios domésticos trae consigo una mejora del tipo de cambio real y del volumen exportado, el cual aumenta en 2.5 puntos porcentuales. Por otro lado, la mejora en los salarios reales, debido a la reducción de la inflación, reduce la demanda de empleo en las actividades económicas. Por ejemplo, la actividad agropecuaria pierde 1,700 empleos, la manufactura 800, la construcción 300, el transporte 200 y otros servicios pierden 2,500 empleos con respecto al escenario base.

El modelo utilizado en este trabajo es bastante simple y tiene varios aspectos en los cuales puede mejorarse. Por un lado, las MCS real y la MCS financiera utilizadas son muy agregadas y desfasadas, lo cual no permite realizar análisis sectoriales más específicos. En efecto la matriz real utilizada se divide en 5 actividades (agricultura, manufactura, construcción, transporte y otros servicios) y además corresponde al año 2000. Por lo tanto, se necesita apoyo de parte del área de cuentas nacionales para construir una MCS actualizada, por lo menos para el 2004, a nivel de las 37 actividades económicas que se tienen registradas. De igual manera, se requiere una MCS financiera actualizada que corresponda a la misma fecha que la MCS real. Otro elemento que se debe tomar en cuenta es la modelación de las funciones de producción, demandas de bienes y servicios, así como la demanda de activos y pasivos financieros. Esto es importante, puesto que los resultados y las proyecciones son, en la mayoría de los casos, sensibles a la forma de las funciones de comportamiento y los parámetros utilizados. Aunque también, sería interesante analizar todos los resultados posibles en la medida que se varían los parámetros en rangos razonables, generando así distribuciones de probabilidad para los resultados en la medida que varían los parámetros. Un último aspecto que hay que desarrollar en el modelo es la dinámica. Nótese que el MEG planteado en el documento es estático y se limita solamente a un período (hoy), sin embargo, si introducimos ecuaciones de movimiento para variables de saldo como el capital, la deuda y la riqueza, se puede incluir dinámica en la economía.

Bibliografía

BELLO, O. (2007): "Modelo Macroeconométrico de Proyección de Corto Plazo," Documento de Trabajo, Banco Central de Nicaragua.

BOURGUIGNON, F., J. DE MELO, Y A. SUWA (1991): "Modeling the effects of adjustment programs on income distribution," *World Development*, 19(11), 1527–1544.

DEVARAJAN, S., D. S. GO, J. D. LEWIS, S. ROBINSON, Y P. SINKO (1997): *Applied Methods for Trade Policy Analysis*chap. 6. Cambridge University Press.

LÖFGREN, H., R. L. HARRIS, Y S. ROBINSON (2001): "A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS," TMD discussion papers 75, International Food Policy Research Institute (IFPRI).

ROBINSON, S. (1991): "Macroeconomics, financial variables, and computable general equilibrium models," *World Development*, 19(11), 1509–1525.

SÁNCHEZ, M., Y R. VOS (2005): "Impacto del CAFTA en el crecimiento, la pobreza y la desigualdad en Nicaragua. Una evaluación *ex ante* con un modelo de equilibrio general computable.," Documento de Trabajo.