

Banco Central del Ecuador
Cuestiones Económicas n. 25
Quito, junio 1995

Un modelo dinámico de la economía ecuatoriana*

Wilson Pérez Oviedo**

1. Introducción

Este pretende ser un modelo de la economía ecuatoriana generado desde la perspectiva de la teoría general de sistemas de equilibrio general dinámico, para una economía abierta con precios variables. Se lo programó en Pascal Turbo 6, y se calibraron los parámetros del sistema en base a las cuentas nacionales de 1990; posteriormente, se realizaron simulaciones sobre los efectos de un incremento de los salarios y de mayores flujos de divisas al país.

El modelo se compone de tres áreas (productiva privada, estatal y externa), dos factores (trabajo y capital) y dos tipos de mercados (de bienes y de divisas).

El área productiva privada comprende a casi todos los sectores productivos, recibe recursos financieros de los empresarios y paga por éstos los beneficios que se obtengan, contrata trabajadores y les paga un salario, oferta bienes en el mercado, adquiere insumos, paga impuestos y recibe subvenciones del Estado.

El área estatal cobra impuestos (o paga subvenciones) sobre la producción, los ingresos de empresarios y trabajadores, las exportaciones y las importaciones; controla los

* Este artículo es parte de la tesis homónima preparada por el autor en 1994, para optar por el título de matemático en la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica Nacional.

** Matemático, Consultor Asociado de MULTIPLICA.

sectores de Petróleo y Minas y de Servicios Gubernamentales; paga a la burocracia, demanda bienes y administra la deuda externa del país.

El área externa importa (exporta) bienes que los oferta (demanda) en el mercado interno, entrega ganancias a los empresarios, contrata trabajadores y les paga un salario, paga impuestos o recibe subvenciones e interviene en el mercado de divisas.

Los empresarios y trabajadores concurren a los mercados de bienes y servicios donde ofertan y demandan, y de los cuales reciben las señales que determinan su acción. El mercado es perfecto y, por lo tanto, siempre está en equilibrio. Los precios se determinan entonces por la oferta y demanda, excepto para los sectores controlados monopólicamente por el Estado.

Exportadores, importadores, el Estado y cualquier ciudadano pueden ofertar o demandar divisas en el mercado respectivo, que también se asume como perfecto.

En las siguientes secciones se procede a definir el funcionamiento de este modelo para cada una de las áreas productivas. Además, se define la operación de los mercados y la determinación de precios y cantidades de equilibrio. Finalmente, una vez calibrado el modelo para la economía ecuatoriana, se realizan simulaciones sobre los efectos de un incremento de los salarios y de un aumento de los flujos de divisas.

Cabe anotar que los supuestos sobre los que el modelo se fundamenta, constituyen una aproximación bastante simplificada del funcionamiento de la economía ecuatoriana. Por ello, los resultados específicos de las simulaciones deben ser tomados con cautela. Sin embargo, este modelo pretende ser un esfuerzo preliminar de modelización desde la perspectiva de la teoría general de sistemas.

2. Área privada

El área productiva privada está constituida en este modelo por 6 sectores:¹ Agrícola Interior, Agrícola de Exportación, Bienes de Consumo, Bienes de Producción, Infraestructura y Servicios. Cada uno de ellos se encuentra en una situación de competencia perfecta.

Los bienes no se diferencian en bienes de consumo y bienes de capital por sus propias características, sino por su uso final.

1 Se sigue la clasificación hecha en Páez (1992).

2.1. Costos de producción y cantidad producida

En los sectores productivos privados el capitalista decide cuánto producir en el siguiente período, en base al criterio de maximización de ganancias contables (contables porque no se toma en cuenta el costo de oportunidad del capital invertido).

El productor, entonces, debe considerar:

- El precio de sus insumos, que son fijados por el mercado en la mayoría de los casos, como ya se dijo;
- El precio del trabajo en su sector, que se supone exógeno y fijado por el gobierno. Como se sabe, en realidad el gobierno fija el salario mínimo vital (SMV); sin embargo, se supone que todos los salarios responden de manera directamente proporcional a esta base; y,
- Los impuestos.

El productor tiene entonces la siguiente función de costo total:

$$CT(Q_{\Delta t}^i) = TP_t^i * Q_{\Delta t}^i * P_t^i + \alpha_i * PSK_t^i + \left[\sum_{j=1}^n a_{j,i} * P_t^j \right] Q_{\Delta t}^i + [I_0^i + I_1^i * Q_{\Delta t}^i + I_2^i (Q_{\Delta t}^i)^2] \frac{PL_t^i}{SK^i}$$

donde:

$CT(Q_{\Delta t}^i)$ costo total de producción en «i», endógeno.

$Q_{\Delta t}^i$ número de unidades físicas del bien «i» producidas en un período, endógeno.

TP_t^i tasa impositiva por ingresos brutos en «i», exógena al sistema (fijada por el gobierno).

P_t^j precio del bien «j» en el instante «t», endógeno.

α_i parámetro de depreciación del capital en «i».

PSK_t^i stock de capital del sector «i» en numerario, endógeno.

I_0^i, I_1^i, I_2^i parámetros de la función del trabajo necesario.

PL_t^i precio del trabajo en el sector «i», exógeno al modelo (fijado por el gobierno).

SK_t^i stock de capital en «i» en el tiempo «t», endógeno.

La tasa impositiva puede ser mayor, igual o menor que cero y, por lo tanto, puede ser también un subsidio a la producción en algún sector.

La depreciación es proporcional a la tasa de producción. Se suponen coeficientes técnicos constantes, por lo que este modelo no considera cambios tecnológicos. El costo de la mano de obra interviene en forma cuadrática, pues se supone que un polinomio de Taylor de segundo grado aproxima suficientemente las propiedades de la función de costos laborales, en especial la productividad marginal decreciente del factor trabajo.

Al suponer que estamos en un régimen de libre competencia, el empresario maximiza su ganancia contable en el punto en el cual se obtiene la igualdad entre precio y costo marginal:

$$P_t^i = CMg(Q_{\Delta t}^i)$$

$$Q_{\Delta t}^i = \frac{\left[P_t^i - \sum_{j=1}^n a_{j,i} \cdot P_t^j - \frac{l_1^i \cdot PL_t^i \cdot K^i}{SK_t^i} - TP_t^i \cdot P_t^i \right] SK_t^i}{2 l_2^i \cdot PL_t^i}$$

Esta igualdad define la cantidad de bienes que el productor de «i» ofertará.

2.2. Los ingresos de los agentes por producción

Por su participación en la producción de bienes, los agentes perciben un ingreso y pagan un impuesto proporcional a su monto. Los ingresos de que disponen los trabajadores y empresarios en un período corresponden a su participación en la producción y ventas efectivas, respectivamente, del período anterior.

Así, en el caso de los trabajadores, los ingresos brutos (antes de impuestos) y netos (después de impuestos) están representados por:

$$IBLP_{\Delta t}^i = \left[I_0^i + l_1^i \cdot Q_{\Delta t}^i + l_2^i (Q_{\Delta T}^i)^2 \right] \frac{PL_{t-1}^i}{SK_{t-1}^i}$$

$$ILP_{\Delta t}^i = (1 - TL_{t-1}) IBLP_{\Delta t}^i$$

donde:

$IBLP_{\Delta t}^i$ ingresos brutos de los trabajadores por producción en el sector «i», endógenos.

Q_{t-1}^i cantidad de bienes producidos en el sector «i», en el período anterior, endógena.

PL_{t-1}^i el salario vigente en el período «t-1», en el sector «i», exógeno.

SK_{t-1}^i el stock de capital del sector «i» en el período «t-1», endógeno.

$ILP_{\Delta t}^i$ ingresos de los trabajadores, luego de impuestos, por producción en el sector «i», endógeno.

TL_{t-1} tasa impositiva a los ingresos de los trabajadores, en el período «t-1», variable exógena al sistema fijada por el gobierno.

Sumando los ingresos de los trabajadores en todos los sectores:

$$IBLP_{\Delta t} = \sum_{i=1}^n ILP_{\Delta t}^i = \sum_{i=1}^n [l_0^i + l_1^i * Q_{\Delta t}^i + l_2^i (Q_{\Delta t}^i)^2] \frac{PL_{t-1}^i}{SK_{t-1}^i}$$

$$ILP_{\Delta t} = (1 - TL_{t-1}) IBLP_{\Delta t}^i$$

Los empresarios reciben la diferencia entre las ventas efectivas y los costos totales de la producción. Los costos totales no incluyen, en este caso, la depreciación; de esta manera el capitalista tiene la opción de reinvertir en su empresa esta cantidad o darle otro fin:

$$IBKP_{\Delta t}^i = Q_{\Delta t}^i * P_{t-1}^i - CT(Q_{\Delta t}^i) + \alpha_i * PSK_{t-1}^i$$

$$IKP_{\Delta t}^i = (1 - TK_{t-1}) IBKP_{\Delta t}^i$$

donde:

TK_{t-1} tasa impositiva a los ingresos de los empresarios, exógena (fijada por el gobierno).

Hay que recordar que los sectores tercero y octavo no están incluidos en las cuentas de ingresos de los empresarios, pero sí en las de los trabajadores.

2.3. El stock de capital y la formación bruta de capital

La producción es posible por la existencia de stocks de capital (variables endógenas) que disminuyen por la depreciación (directamente proporcional al tiempo transcurrido y al stock de capital), y se incrementan por la formación bruta de capital.

En unidades físicas:

$$SK_{t+\Delta t}^i = SK_t^i + [FBK_{\Delta t}^i - \alpha_i * SK_{t-1}^i]$$

donde:

$FBK_{\Delta t}^i$ formación bruta de capital en el sector «i» en el período «t».

El stock de capital de un sector «i» está compuesto por una determinada cantidad de bienes provenientes de cada uno de los sectores $j=1\dots n$. La proporción entre las unidades del bien «j» que forman parte del stock de capital «i» y la totalidad de las unidades físicas que corresponden al capital del sector «i» es $u_{j,i}$. Esto permite calcular el valor en moneda corriente de ese stock en el tiempo «t»:

$$PSK_t^i = \sum_{j=1}^n u_{j,i} * SK_t^j * P_t^j$$

Ahora bien, la formación bruta de capital está determinada por la cantidad de dinero que los empresarios invierten en cada sector en el período "b" ($I_{\Delta t}^i$). Esta inversión, junto con los precios y la matriz U de proporciones, definen la FBK en unidades físicas:

$$FBK_{\Delta t}^i = \frac{I_{\Delta t}^i}{\sum_{j=1}^n P_t^j * U_{j,i}}$$

La inversión en cada sector se obtiene de la siguiente manera. El capitalista consigue una tasa de beneficio en el período, equivalente a:

$$B_{\Delta t}^i = \frac{Q_{\Delta t}^i * P_t^i - CT(Q_{\Delta t}^i)}{PSK_t^i}$$

Los empresarios se sentirán más motivados a invertir en un sector mientras más alta sea la tasa de ganancia de ese sector; pero su interés no consiste solamente en invertir cierta cantidad, sino en lograr un incremento en el stock de capital, lo cual depende también del precio de cada unidad de capital en el sector.

Con esta base, se plantea la siguiente función del deseo de inversión de los empresarios en el sector «i»:

$$DI_{\Delta t}^i = i_i * RET \{ B_{\Delta t}^i \} \sum_{j=1}^n P_t^j * U_{j,i}$$

donde:

i_i factor de capitalización del sector «i», parámetro

$$RET (B_{\Delta t}^i) = \sum_{k=1}^{v_i} g_k^i * B_{t-k}^i$$

v_i el número de períodos pasados que se consideran en el sector, parámetro

g_k^i el peso que tiene la tasa de beneficio del período «t-k»

B_{t-k}^i tasa de beneficio del período «t-k»

El deseo de inversión de los empresarios en un sector «i» será una variable importante en el momento en que éstos definan qué uso darle al dinero que tienen disponible en el período. Es entonces cuando el monto de la inversión en cada sector (así como el consumo y el ahorro), quedan determinados.

La inversión genera una demanda, en unidades físicas, de cada uno de los bienes que se producen, en la misma proporción de la composición del capital en el sector demandante, en términos matriciales:

$$DK_{\Delta t} = u * FBK_{\Delta t}$$

3. Área externa

El modelo reproduce un sistema abierto que se relaciona con el exterior mediante la importación y exportación de bienes. Cada bien, puede ser importado o exportado en un período (pero no las dos cosas a la vez) y esto depende de los precios externos del bien, del precio interno del bien (en sucres) y del precio de las divisas (dólares en este caso)

en el país. Además, las importaciones y exportaciones pueden ser gravadas o subvencionadas por el gobierno.

3.1. Oferta de productos importados

El importador se enfrenta a una curva de costos totales de importación:

$$CTM(QM_{\Delta t}^i) = \frac{PL_t^m}{SKX_t^i} [m_0^i + m_1^i * QM_{\Delta t}^i + m_2^i * (QM_{\Delta t}^i)^2] + PD_t * PE_t^i * QM_{\Delta t}^i + TM_t^i *$$

$$QM_{\Delta t}^i * P_t^i + \sum_{j=1}^n ax_{j,i} * QM_{\Delta t}^i * P_t^j + \alpha x_i * PSKX_t^i$$

donde:

$CTM(QM_{\Delta t}^i)$ costo total de la importación de bienes «i» en el período, endógeno.

$QM_{\Delta t}^i$ unidades físicas del bien «i» importadas en el período, endógenas al modelo.

PL_t^m precio del trabajo en el área importadora, exógeno al modelo (fijado por el gobierno).

SKX_t^i stock de capital dedicado al comercio exterior de bienes del sector «i», endógeno.

m_0^i, m_1^i, m_2^i parámetros que determinan el trabajo necesario.

PD_t precio del dólar en «t», endógeno.

PE_t^i precio en el exterior del bien «i», exógeno.

TM_t^i tasa impositiva a la importación de bienes «i», exógena (fijada por el gobierno).

αx_i coeficiente de depreciación del capital en el comercio exterior.

$PSKX_t^i$ el valor en sueros del stock de capital, endógeno

$ax_{i,j}$ los coeficientes de consumo intermedio en el comercio exterior.

Aquí también, la máxima ganancia del importador se obtiene cuando se da la igualdad:

$$CMg(QM_{\Delta t}^i) = P_t^i$$

Y, por lo tanto, la cantidad a importarse es:

$$QM_{\Delta t}^i = \frac{P_t^i - PD_t * PE_t^i - \frac{PL_t^m * m_1^i}{SKX_t^i} - \sum_{j=1}^n ax_{j,i} * P_t^j - TM_t^i * P_t^i}{2PL_t^m * m_2^i} SKX_t^i$$

3.2. La exportación

La cantidad exportada es a la vez una demanda en el mercado interno. El exportador se enfrenta a una curva de costos totales:

$$CTX(QX_{\Delta t}^i) = P_t^i * QX_{\Delta t}^i + \frac{PL_t^x}{SKX_t^i} [x_0^i + x_1^i * QX_{\Delta t}^i + x_2^i * (QX_{\Delta t}^i)^2] + TX_t^i * QX_{\Delta t}^i * PE_t^i * PD_t + \sum_{j=1}^n ax_{j,i} * QX_{\Delta t}^i * P_t^j + \alpha_{x_i} * PSKX_t^i$$

$$PD_t + \sum_{j=1}^n ax_{j,i} * QX_{\Delta t}^i * P_t^j + \alpha_{x_i} * PSKX_t^i$$

donde:

$CTX(QX_{\Delta t}^i)$ costo total de la exportación de bienes «i» en el período, endógeno.

$QX_{\Delta t}^i$ unidades físicas del bien «i» exportadas en el período, endógenas al modelo.

PL_t^x precio del trabajo en el área exportadora, exógeno al modelo (fijado por el gobierno).

m_0^i, m_1^i, m_2^i parámetros que determinan el trabajo necesario.

SKX_t^i stock de capital dedicado al comercio exterior de bienes del sector «i», endógeno.

TX_t^i tasa impositiva a la exportación de bienes «i», exógena (fijada por el gobierno).

- $ax_{i,j}$ coeficientes de consumo intermedio en el comercio exterior.
 αx_i coeficiente de depreciación del capital en el comercio exterior.
 $PSKX_t^i$ el valor, en sucres, del stock de capital.

Aquí también, la máxima ganancia del exportador se obtiene cuando se da la igualdad:

$$CMg(QX_{\Delta t}^i) = PE_{\Delta t}^i * PD_t$$

Y, por lo tanto, la cantidad a exportarse es:

$$QX_{\Delta t}^i = \frac{PE_t^i * PD_t - P_t^i - \frac{PL_t^x * x_1^i}{SKX_t^i} - TX_t^i * PE_t^i * PD_t - \sum_{j=1}^n ax_{j,i} * P_t^j}{2PL_t^x * x_2^i} SKX_t^i$$

Lo afirmado respecto a la función de costo marginal para la producción es válido también para las funciones de costo marginal para la importación y la exportación de bienes. La formación bruta de capital y la inversión en la producción tienen el mismo comportamiento en las actividades de importación y exportación.

3.3. Ingresos de trabajadores y empresarios por comercio exterior

Los trabajadores que participan en el comercio exterior del bien «i» tienen un ingreso disponible según las importaciones y exportaciones realizadas en el período anterior:

$$IBLC_{\Delta t}^i = \frac{PL_{t-1}^m}{SKX_{t-1}^i} [m_0^i + m_1^i * QM_{-\Delta t}^i + m_2^i * (QM_{-\Delta t}^i)^2] + \frac{PL_{t-1}^x}{SKX_{t-1}^i} [x_0^i + x_1^i * QX_{-\Delta t}^i + x_2^i * (QX_{-\Delta t}^i)^2]$$

$$ILC_{\Delta t}^i = (1 - TL_t) IBLC_{-\Delta t}^i$$

donde:

$IBLC_{\Delta t}^i$ ingreso bruto de los trabajadores por comercio exterior en el sector «i», en un período, endógeno.

$ILC_{\Delta t}^i$ ingreso después de impuestos de los trabajadores por comercio exterior en el sector «i», endógeno.

A su vez, los empresarios disponen en este período de la diferencia entre ingresos totales y gastos totales del período anterior; en el sector «i» se tiene:

$$IBKC_{\Delta t}^i = P_{t-1}^i QM_{-\Delta t}^i - CTM (QM_{-\Delta t}^i) + PD_{t-1} PE_{t-1}^i QX_{-\Delta t}^i - CTX (QX_{-\Delta t}^i) + \alpha x_1 * PSKX_{t-1}^i$$

$$IKC_{\Delta t}^i = (1 - TK_{-t}) IBKC_{-\Delta t}^i$$

donde:

$IBLC_{\Delta t}^i$ ingreso bruto de los empresarios por comercio exterior en el sector «i», en un período, endógeno.

ILC_t^i ingreso de los empresarios por comercio exterior en el sector «i», después de impuestos, endógeno.

3.4. La balanza de pagos

En la sección anterior se consideró solamente la balanza comercial. Para obtener la balanza de pagos se añaden a ella los movimientos de capitales que efectúa el Estado, el cual es el único en este modelo que contrata créditos externos, por lo cual debe servir y amortizar la deuda externa del país.

El Estado controla el sector productor de petróleo crudo; la exportación de este bien le proporciona ingresos en dólares.

El gobierno controla la reserva monetaria internacional (RMI):

$$RMI_{t+\Delta t} = RMI_{\Delta t} + [PE_t^3 * QX_{\Delta t}^3 + ENX_{\Delta t} - FMD_{\Delta t} - SDX_{\Delta t}]$$

donde:

$ENX_{\Delta t}$ flujo de divisas por endeudamiento externo en el período, exógeno.

$FMD_{\Delta t}$ flujo de divisas que el Estado vende en el mercado interno, exógeno.

$SDX_{\Delta t}$ divisas que el gobierno destina al servicio de la deuda externa, exógeno.

En el mercado de divisas se asume que la oferta se iguala a la demanda siempre al precio adecuado, pues se trata también de un mercado perfecto: ²

$$FMD_{\Delta t} + \sum_{i=1, i \neq 3}^n PE_t^i * QX_{\Delta t}^i + SDX_{\Delta T} + FSP_{\Delta t} = \sum_{i=1, i \neq 3}^n PE_t^i * QM_{\Delta t}^i + SDX_{\Delta t}$$

donde $FSP_{\Delta t}$ es el flujo neto de dólares al sector privado en el período.

4. El área estatal

El Estado controla monopólicamente dos sectores de la producción: petróleo y minas, y servicios gubernamentales; obtiene ingresos por la venta interna y externa de estos dos productos y por impuestos, mientras que realiza egresos por el servicio de la deuda externa, mantenimiento de la burocracia y demanda de bienes.

4.1. Sectores productivos del Estado

La cantidad de bienes que produce el Estado es definida exógenamente por el gobierno.

Los precios internos de los combustibles y del crudo son variables exógenas al modelo y son fijados por el gobierno, no así el precio internacional del crudo, que es fijado por el mercado internacional aunque también es exógeno al sistema.

En el sector petrolero se exporta la diferencia entre la producción y el consumo interno:

$$QX_{\Delta t}^3 = Q_{\Delta t}^3 - \sum_{j=1}^n a_{3,i} * Q_{\Delta t} - \sum_{i=1}^n a_{i,3} * (QX_{\Delta t}^i + QM_{\Delta t}^i) - F_{\Delta t}^1$$

donde $CF_{\Delta t}^3$ es el consumo final, gubernamental y privado, de crudo.

Los ingresos del Estado por el manejo de estos dos sectores son:

- a. ingresos en dólares que se destinan a aumentar la RMI:

$$QX_{\Delta t}^3 * PE_t^3$$

² La política de tasa de cambio fijo también podría ser representada en este modelo; en este caso, la variable endógena sería el flujo de divisas que el Estado debe vender (o comprar) en el mercado de divisas para poder mantener el precio del dólar como variable exógena.

b. ingresos en suces :

$$IEP_{\Delta t} = P_t^3(Q_{\Delta t}^3 - QX_{\Delta t}^3) - P_t^8 * Q_{\Delta t}^i$$

donde:

$IEP_{\Delta t}$ ingresos del Estado por producción directa.

El Estado incurre en los siguientes gastos:

$$CEP_{\Delta t} = CT(Q_{\Delta t}^3) + CT(Q_{\Delta t}^8)$$

donde $CEP_{\Delta t}$ son los costos de producción totales.

Las inversiones del Estado en estos dos sectores, $FBK_{\Delta t}^3$ y $FBK_{\Delta t}^8$, las planifica también el gobierno de turno, por lo tanto son exógenas al modelo y no se rigen por lo planteado en la sección 2.3. La inversión obviamente implica un egreso para el Estado.

4.2. Otros ingresos y egresos del Estado

Además de los ingresos y egresos ya explicitados por producción, deuda externa, importación de combustibles, formación de capital, hay que añadir los siguientes impuestos y subvenciones:

$$\sum_{i=1}^n TP_{\Delta t}^i * Q_{\Delta t}^i \quad \text{a la producción,}$$

$$\sum_{i=1}^n TM_{\Delta t}^i * QM_{\Delta t}^i \quad \text{a las importaciones; y,}$$

$$\sum_{i=1}^n TX_{\Delta t}^i * QX_{\Delta t}^i \quad \text{a las exportaciones.}$$

Otros ingresos provienen de los impuestos a los ingresos de los trabajadores y de los empresarios.

Por otro lado, el Estado debe hacer egresos $PL_t^v * V_t$ por el pago a la burocracia V_t , variable exógena al sistema y fijada por el gobierno.

Mantiene, también, un consumo de bienes del mercado $CG_{\Delta t}$, variable exógena al modelo y fijada por el gobierno, que ocasiona gastos adicionales $P_t * CG_{\Delta t}$.

La diferencia entre ingresos y egresos es asumida por el gobierno en forma de ahorro del período (en el caso de un superávit) o mediante la emisión monetaria (si se registra un déficit).

En definitiva, el Estado tiene dos flujos monetarios:

- en dólares, que modifican el nivel de la RMI; y,
- en sucres, que originan un nivel de superávit o déficit (SD) en el período.

5. El mercado y los precios

En el mercado de bienes concurren la oferta y la demanda de los bienes que existen en el país: aquí se definen tanto las cantidades a intercambiar como sus precios. Lo mismo sucede, para el dólar, en el mercado de divisas.

La oferta y la demanda de un bien son iguales al precio vigente, es decir, el mercado de cada uno de los bienes se encuentra siempre en equilibrio.

5.1. La demanda de empresarios y trabajadores

En primer lugar se establecen las funciones de demanda de cada uno de los bienes para los trabajadores. Se supone que los trabajadores distribuyen el dinero del que disponen en el período:

$$DL_{\Delta t} = IPL_{\Delta t} + ILC_{\Delta t} + ILV_{\Delta t}$$

en consumo de diversos bienes, maximizando su función de utilidad:

$$U = \sum_{i=1}^n dl_i * \ln (CL_{\Delta t}^i)$$

donde:

dl^i parámetro que cuantifica la satisfacción por el consumo del bien «i».

$CL_{\Delta t}^i$ consumo de bienes «i» por parte de los trabajadores.

La maximización de la función de la utilidad está sujeta a la disponibilidad de ingresos:

$$DDL_{\Delta t} = \sum_{i=1}^n P_t^i * CL_{\Delta t}^i$$

con lo cual se obtiene el Lagrangiano:

$$L = \sum dl_i * \ln (CL_{\Delta t}^i) + \lambda (DDL_{\Delta t} - \sum P_t^i * CL_{\Delta t}^i)$$

que permite hallar las funciones de demanda, puesto que:

$$0 = \frac{\partial L}{\partial CL_{\Delta t}^i}$$

$$0 = \frac{dl_i}{CL_{\Delta t}^i} - \lambda * P_t^i$$

$$CL_{\Delta t}^i = \frac{dl_i}{\lambda * P_t^i}$$

A continuación se calcula lambda:

$$0 = \frac{\partial L}{\partial \lambda}$$

$$DDL_{\Delta t} = \sum_{i=1}^n P_t^i * CL_{\Delta t}^i$$

$$DDL_{\Delta t} = \sum_{i=1}^n P_t^i * CL_{\Delta t}^i = \sum_{i=1}^n dl_i / \lambda$$

y por lo tanto:

$$\lambda = \frac{\sum_{j=1}^n dl_j}{DDL_{\Delta t}}$$

Entonces la función de consumo del bien «i» de los trabajadores es:

$$CL_{\Delta t}^i = \frac{DDL_{\Delta t} * dl_i}{P_t^i \sum_{j=1}^{n+1} dl_j}$$

Estas funciones tienen elasticidades (ingreso y precio) iguales a uno y menos uno, respectivamente:

$$EI = 1 = \frac{\partial CL_{\Delta t}^i}{\partial I} * \frac{I}{CL_{\Delta t}^i}$$

$$EP = -1 = \frac{\partial CL_{\Delta t}^i}{\partial P} * \frac{P}{CL_{\Delta t}^i}$$

Para establecer las funciones de demanda de cada uno de los bienes para los empresarios, se supone que éstos distribuyen el ingreso del que disponen en el período en consumo de bienes e inversión en cada una de las ramas privadas, de la siguiente manera:

$$DDK_{\Delta t} = IPK_{\Delta t} + IKC_{\Delta t} + PD_t * FSP_{\Delta t}$$

donde $FSP_{\Delta t}$ es la cantidad de dólares que el sector privado trae al país del exterior, o viceversa. Los empresarios maximizan su función de utilidad:

$$U = \sum_{i=1}^{2(n-1)} dk_i * \ln (CK_{\Delta t}^i)$$

donde:

dk_i parámetro que cuantifica la satisfacción por el consumo del bien «i», para $i=1...n$; en los casos $i=n+1...2(n-2)$ son los deseos de inversión en cada sector.

$CK_{\Delta t}^i$ consumo de bienes «i» por parte de los empresarios; $i = 1...m$.

$CK_{\Delta t}^i$ inversiones que realizan los empresarios en cada uno de los sectores durante el período; se las entiende como el consumo de un bien de precio unitario; $i = n+1...2n - 2$.

Aquí también la maximización de la función de la utilidad está sujeta a la restricción presupuestaria:

$$DDK_{\Delta t} = \sum_{i=1}^{2(n-1)} P_t^i * CL_{\Delta t}^i$$

obteniéndose las siguientes funciones de consumo de bienes:

$$CK_{\Delta t}^i = \frac{DDK_{\Delta t} * dk_i}{P_t^i \sum_{j=1}^{2(n-1)} dk_j} ; \quad i = 1 \dots n$$

Las funciones de inversión en cada uno de los sectores privados:

$$CK_{\Delta t}^{i+n} = I_{\Delta t}^i = \frac{DDK_{\Delta t} * DI_{\Delta T}^{i+2}}{\sum_{j=1}^{2(n-1)} dk_j} ; \quad i \neq 3, 8$$

5.2. La demanda y oferta totales

La demanda total de bienes es la suma de:

- a. demanda intermedia: los empresarios demandan en el mercado todos los insumos que necesitan para su producción; esta demanda depende de los coeficientes técnicos³:

$$A * Q_{\Delta t}$$

- b. demanda por formación bruta de capital:

$$DK_{\Delta t} = u * FBK_{\Delta T}$$

- c. demanda para exportación:

$$QX_{\Delta t}$$

- d. demanda gubernamental:

$$CG_{\Delta t}$$

- e. consumo de empresarios y trabajadores:

$$CK_{\Delta t} + CL_{\Delta t}$$

Por otro lado, la oferta es la suma de:

- a. la oferta por producción interna:

$$Q_{\Delta t}$$

- b. importaciones en el período:

$$QM_{\Delta t}$$

Por tratarse de mercados que se encuentran permanentemente en equilibrio, la oferta total es igual a la demanda total:

3 Si se hace referencia a variables sin el índice "i", son vectores columna cuyos componentes son precisamente las variables en cuestión para cada sector.

$$Q_{\Delta t} + QM_{\Delta t} = A * Q_{\Delta t} + CK_{\Delta t} + CL_{\Delta t} + QX_{\Delta t} + CG_{\Delta t} + DK_{\Delta t}$$

El equilibrio también se registra en el mercado del dólar.

6. Simulaciones

Una vez calibrado el modelo para los datos de la economía ecuatoriana reflejados en las cuentas nacionales de 1990, se procedió a simular el impacto de incrementos del salario mínimo vital y del flujo externo de divisas hacia el país. A continuación se revisan los resultados de cada una de las simulaciones.

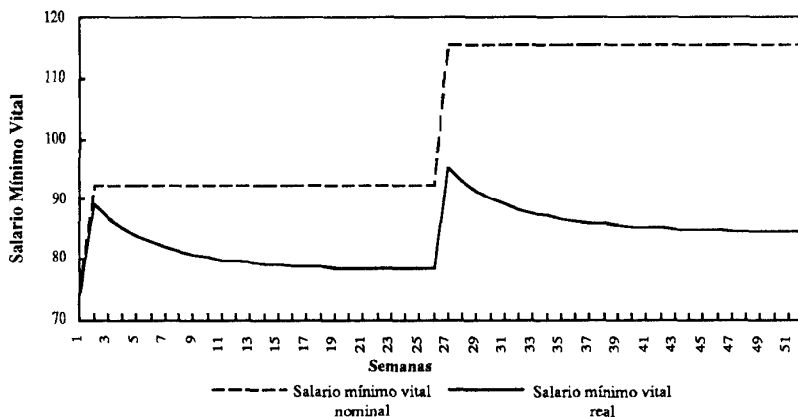
6.1. Incremento del salario mínimo vital

En esta simulación se introdujeron incrementos del 25% semestral en el salario mínimo vital (SMV) (Gráfico No. 1), a partir de lo cual se establece el nivel de las demás remuneraciones a los trabajadores en los diversos sectores productivos. Puesto que los coeficientes técnicos de producción son constantes, este modelo considera constante la productividad del trabajo.

Gráfico No. 1

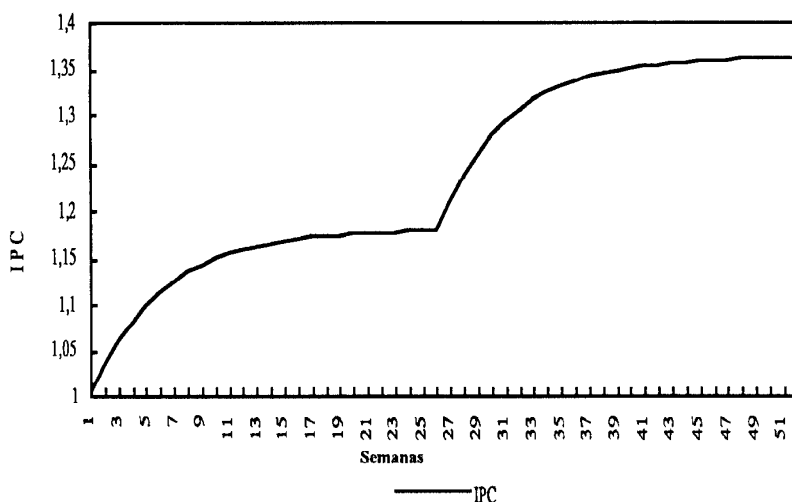
Incremento 25% semestral en SMV

Evolución del SMV



Estos incrementos del salario mínimo vital traen como consecuencia una escalada del índice de precios al consumidor (IPC) que se sitúa en el 21% al final del primer semestre y en el 36 % al final del año (Gráfico No. 2).

Gráfico No. 2
Incremento 25% semestral en SMV
Evolución del IPC



El PIB nominal crece en un 29% en el año, mientras que el PIB real decrece en un 5%.

Los ingresos nominales (DDL) de los trabajadores crecen en un 38% anual, pero en términos reales el crecimiento es menor al 1%. Los ingresos reales de los empresarios (DDK), en cambio, suben en mayor porcentaje: 2%.

Por otro lado, los precios de los diferentes bienes evolucionan de distinta manera. El mayor incremento durante el año lo registran los precios de los bienes de producción (42%), mientras que el menor incremento es experimentado por los precios del sector de infraestructura (32%).

6.2. Incremento del 15% en el flujo externo de divisas hacia el país

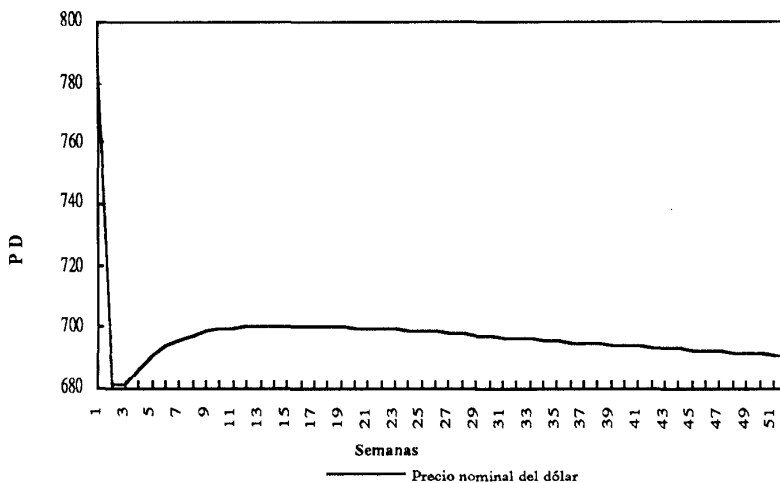
Asimismo, se utilizó este modelo para simular las consecuencias de un incremento del 15% en el flujo externo de divisas que llega al país.

En primer lugar, el precio del dólar baja significativamente en forma inmediata luego del ingreso de dicho flujo adicional de divisas, para luego estabilizarse con leve tendencia a la baja (Gráfico No. 3). Finalmente, durante el año se obtiene un decremento del 12% en el precio del dólar. Este fenómeno resulta básicamente del aumento de la oferta en el mercado local de divisas.

Gráfico No. 3

Incremento del 15% en FMD

Evolución del precio del dólar



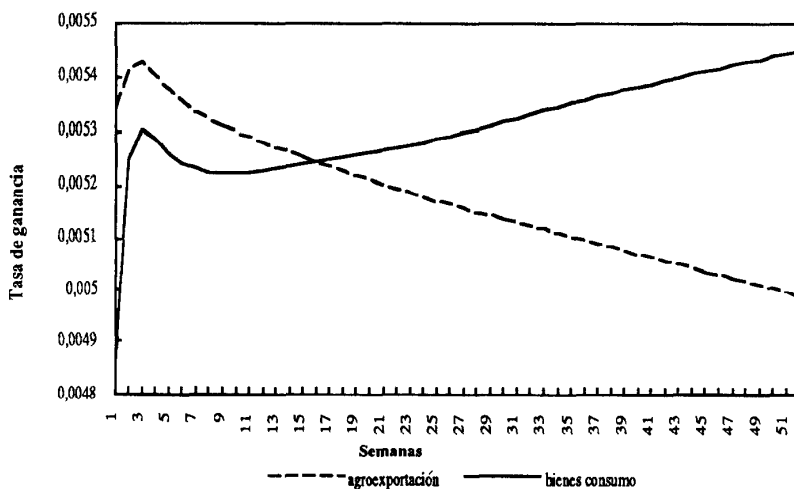
Por otro lado, la incidencia sobre el IPC es prácticamente nula, en tanto que se registra un incremento de alrededor del 1% en el PIB nominal (2% real), cifra nada despreciable. Los ingresos totales de los trabajadores y de los empresarios crecen en un 5 y 1%, respectivamente.

En cuanto a los precios por sector productivo, los de agroexportación sufren una caída del 3%, mientras que los de bienes de consumo suben en 2%.

Como era de esperarse, los sectores que exportan se ven afectados y disminuyen sus ventas al exterior (agroexportación en un 4%) mientras que los importadores aumentan sus compras al exterior (6% en el caso de bienes de producción).

Inmediatamente después del ingreso del flujo adicional de divisas, las tasas de beneficio se ven afectadas positivamente, pero a la larga el efecto es diferenciado por sector productivo, tal como se aprecia en el Gráfico No. 4.

Gráfico No. 4
Incremento del 15% en FMD
Evolución de la tasa de ganancia



Bibliografía

- ARANCIL, Javier (1978),
Introducción a la dinámica de sistemas, primera edición, Madrid, Alianza Editorial.
- BADIEU, Alain (1978),
El concepto de modelo, bases para una epistemología materialista de las matemáticas, tercera edición en español, Madrid, Siglo XXI.
- BAKHAVALOV, N. (1980),
Métodos numéricos, Madrid, Ed. Paraninfo.
- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR (1989),
Cuentas Nacionales del Ecuador, Quito, N. 12.
- BENAVIE, Arthur (1973),
Técnicas matemáticas del análisis económico, Madrid, Prentice Hall.
- BURDEN, Richard y Douglas Faires (1985),
Análisis Numérico, México, Ed. Iberoamérica.
- FIGUEROA, Adolfo (1992),
Teorías Económicas del Capitalismo, primera edición, Lima.
- GORDON, Geoffrey (1980),
Simulación de sistemas, primera edición, México, Ed. Diana.
- HEIMS, Steve J. (1986),
J. Von Newman y N. Wiener, Barcelona, Salvat.
- IGUIÑEZ, Javier (1992),
«Mercados al consumidor en Ecuador: los determinantes de la inflación en el corto plazo», *Revista Ecuador Debate*, Quito, N. 26, CAAP.
- KISELIOV, Krasnov, Makarenko (1982),
Problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias, Lima, Ed. Latinoamericana.

- LILLENFIELD (1984),
Teoría de sistemas: orígenes y aplicaciones en ciencias sociales, primera edición, México, Ed. Trillas.
- MORGENSTERN, Oskar (1974),
«La teoría de Juegos», en *Las matemáticas en el mundo moderno*, España, Ed. Blume.
- NAYLOR, Thomas (1982),
Experimentos de simulación en computadoras con modelos de sistemas económicos, Limusa.
- PAEZ, Pedro (1992),
«Integración Comercial y Monopolios», tesis de grado de maestría en Economía, FLACSO, Quito.
- SELIGMAN, Ben (1967),
Principales corrientes de la ciencia Económica Moderna, primera edición, Barcelona, Oikos-Tau.
- SIERRA, Vitalia (1991),
Ecuador, Inflación y Respuestas, Quito, EDIDAC.
- SOLOW, R.; P. Samuelson y Dorfman (1972),
Programación lineal y análisis económico, Madrid, Aguilar.

