ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS HUMANISTICAS Y ECONOMICAS
CARRERA DE ECONOMIA Y GESTION EMPRESARIAL

MODELO IS-LM DINAMICO: UNA APLICACIÓN PARA EL ECUADOR

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE ECONOMISTA CON MENCION EN GESTION EMPRESARIAL, ESPECIALIZACION SECTOR PUBLICO

Lupe Largo Largo[†], Manuel González[*]

RESUMEN

Demostrar la estabilidad de la economía ecuatoriana resulta un tema muy interesante y útil para conocer si los posibles shocks tendrán efectos permanentes o temporales, lo que ayudaría a una mejor toma de decisiones macroeconómicas. Asimismo, determinar si las variables estudiadas tienen relación de largo plazo da una pauta de su comportamiento en caso de perturbar una de ellas.

La contribución del presente estudio radica en que, debido a la poca investigación del aspecto dinámico del modelo IS-LM, se ha tratado de abrir el camino para posteriores estudios en el Ecuador, donde pocos artículos han tocado este tema.

† Economista con Mención en Gestión empresarial especialización Sector Público 2002

* Director de Tesis. Economista con Mención en Gestión empresarial especialización Sector Público, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2000, Postgrado Chile, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas Universidad de Chile, Profesor de ESPOL, desde 2000

INTRODUCCION

El modelo IS-LM continúa estudiándose medio siglo después de su introducción. A pesar de su sencillez y conveniencia en analizar la influencia de la política monetaria y fiscal en la demanda de producción y en los tipos de interés, pocos trabajos se han realizado acerca de su versión más sencilla.

Entre quienes realizaron un análisis sencillo del modelo está González y Calvet (2000), con *Un Análisis dinámico del Modelo IS-LM*, en el cual analizan el comportamiento dinámico del modelo IS-LM derivando las condiciones que han de cumplir las funciones IS y LM para que el equilibrio sea estable, luego plantean las ecuaciones del sector real y del sector monetario obteniendo del sistema la matriz jacobiana para calcular los valores propios del sistema lineal dinámico, finalmente exploran las condiciones que deben haber para enfrentar las fluctuaciones cíclicas en la economía.

En la presente tesis se examinará un modelo lineal sencillo de economía cerrada, sin considerar el tipo de cambio.

Este estudio se distribuye de la siguiente manera: en la primera parte, se presentará una breve descripción del marco teórico de este trabajo, el cual se refiere a las bases macroeconómicas del modelo a utilizar y el estudio de sistemas de ecuaciones diferenciales simultáneas, cointegración y raíces unitarias. En el Capítulo 2, se describen los datos utilizados, además se realiza una descripción del comportamiento de las variables. Los resultados de las estimaciones realizadas con el modelo se contemplan en la tercera sección para finalizar con las conclusiones.

1.MARCO TEORICO
1.1 COINTEGRACION

La cointegración implica el uso de variables integradas, una variable es *integrada de orden d* admite una representación ARMA estacionaria e invertible. En este caso la variable x_t es *I(d).*

Una característica muy importante de las variables I(1) se refiere a que puede haber una combinación lineal de estas variables que sean I(0) o estacionaria y con media cero. Si esto ocurre, entonces estas variables están *cointegradas.* De forma general, si y_t es *I(d)* y x_t es *I(b)*, entonces y_t y x_t son *CI(d,b);* entonces y_t-βx_t es *I(d-b)* con *b>0*.

Lo anterior explica la siguiente regresión,

$$y_t = \alpha + \beta x_t + u_t \qquad (1)$$

- porque $y_{t\,t}$ y x_t, siendo ambas *I(1)*, existe un β tal que la ecuación (1) sea I(0). Si las dos series son *I(1),* esta diferencia entre ellas tiene que ser estable alrededor de una media fija.

Si las dos series están cointegradas se puede distinguir, además de su relación de largo plazo, la *dinámica de corto plazo,* es decir, las relaciones entre las desviaciones de y_t respecto de su tendencia a corto plazo y las desviaciones de x_t respecto de su tendencia a corto plazo.

Con la finalidad de no distorsionar las relaciones a largo plazo entre y_t y x_t, los datos a utilizar no se pueden diferenciar. Por tal motivo, en el presente estudio se trató a las variables en niveles.

Para probar la cointegración de las variables, al estimar por *MCO,* el β coincidirá con la constante de cointegración y los residuos serán estacionarios. El estimador MCO es consistente a pesar de que las dos variables son no estacionarias; más aún, el estimador MCO resulta superconsistente[1], puesto que converge al verdadero valor de los coeficientes α y β; por tanto, la diferencia entre $\hat{\beta} - \beta$ converge asintóticamente a una normal.

Para concluir, es necesario conocer algunas ideas básicas en relación a la importancia de la cointegración en la especificación y estimación de modelos de regresión:

- No pueden mezclarse variables de distintos órdenes de integración en una regresión y esperar que los resultados estadísticos estén justificados rigurosamente.
- Si se pretende generalizar una regresión estática incluyendo retardos para obtener su versión dinámica, es esencial incorporar retardos de todas las variables que entran en la regresión estática o, al menos, de todas las variables que parezcan relevantes en dicha regresión.
- Cuando se especifica una regresión dinámica, la propia riqueza de la estructura dinámica puede hacer que los residuos aparenten ser estacionarios en una muestra finita cuando en realidad las variables que aparecen en el modelo no estén cointegradas, en cuyo caso los procesos de inferencia habitual no serían válidos.
- En la especificación de una relación dinámica entre variables económicas puede adoptarse una estrategia de seleccionar variables cointegradas, especificar su relación de largo plazo o regresión de cointegración, y su estimación, así como su modelo de corrección de error. Alternativamente, puede procederse especificando un modelo dinámico muy general en el que ir imponiendo restricciones para llegar a un modelo dinámico sencillo.

1.2 MODELO IS-LM DINÁMICO

Se plantea un sistema económico descrito por un modelo IS-LM, que contempla el comportamiento agregado de los mercados de bienes y servicios y de los mercados financieros.

Para la formulación del modelo se establecen ecuaciones de naturaleza lineal. Una restricción importante del modelo es la consideración de la Oferta Monetaria que se presume exógena, por entenderla bajo control del Banco Central.

Al modelo se le introduce una ecuación dinámica del ajuste de los precios a corto plazo y otra ecuación relativa a la dinámica de la oferta. No se supondrá previsión perfecta de las expectativas de inflación, sino que se utilizará para la demanda agregada expectativas racionales. A partir de la condición de equilibrio del mercado de dinero, denominado como ecuación LM, expresado en logaritmos, se tiene:

[1] La superconsistencia del estimador MCO en la regresión se debe a que, para valores del coeficiente β distintos de la constante de cointegración α, el residuo es no estacionario y su varianza tiende al infinito mientras que, para $\beta=\alpha$, su varianza es finita.

$$\textbf{LM}: \ m - p = \psi y - \alpha i \tag{2}$$

y con el equilibrio del mercado de bienes, denominado como ecuación IS:

$$\textbf{IS:} \ y^d = \beta_{0} - \beta_1 (i - \dot{p}^e) \tag{3}$$

Despejando la tasa de interés *i* de la ecuación (2) y reemplazándola en la (3) obtenemos la ecuación de la demanda agregada:

$$\textbf{DA:} \ y^d = \beta_0 - \frac{\beta_1 \psi}{\alpha} y + \frac{\beta_1}{\alpha} l + \beta_1 \dot{p}^e \tag{4}$$

Dinámica de los precios[2]:

$$\frac{d \ln P}{dt} = \dot{p} = \mu\left(y - \bar{y}\right) \tag{5}$$

Como se puede observar, si se incrementa la actividad económica, $y > \bar{y}$, el exceso de demanda de bienes y de factores hará que suban los costos y precios. Entonces, se puede concluir que la inflación posee un componente cíclico que depende de una brecha de la producción.

Dinámica de la oferta:

$$\frac{d \ln Y}{dt} = \dot{y} = \nu (y^d - y) \tag{6}$$

el ν representa un parámetro positivo que captura la velocidad de ajuste de la producción ante los excesos de demanda u oferta de la economía.

Con previsión perfecta:

Respecto a la previsión de los precios, en la ecuación (7) se representa la perfecta previsión de los mismo,

$$\dot{p} = \dot{p}^e \tag{7}$$

Los valores de los parámetros ν y μ comprueban si el modelo es de corte clásico o de corte keynesiano.

La dinámica del modelo se representa por dos ecuaciones diferenciales que rigen el comportamiento temporal de las variables: una para el stock real de dinero,

[2] Esta ecuación es el resultado de la combinación de tres relaciones: una entre salarios y precios, otra entre salarios y nivel de desempleo (curva de Phillips) y, por últimos una relación entre el nivel de desempleo y la desviación de la producción real respecto a su nivel de pleno empleo. (Ley de Okun). (Argandoña, 1996)

$\dot{l} = \dot{m} - \dot{p}$, y la otra para la producción $\dot{y}$. Se obtiene la dinámica de la producción introduciendo la función de demanda agregada en la dinámica de la oferta:

$$\dot{y} = \nu(y^d - y)$$

Mediante manipulaciones algebraicas se llega a,

$$= \nu\left[\beta_0 + \frac{\beta_1 l}{\alpha} + \left(\beta_1\mu - \frac{\beta_1\psi}{\alpha} - 1\right)y - \beta_1\mu\bar{y}\right] \qquad (8)$$

donde se define el comportamiento de la producción. Como se dijo anteriormente, la producción real aumenta cuando se genera un exceso de demanda y disminuye cuando aparece un exceso de oferta.

En la teoría económica los *saldos reales* son definidos como la cantidad nominal de dinero dividida por el nivel de precios que en valores logarítmicos -medida en que se están usando los datos- serían: *l=m-p* y expresados en términos de variación:

$$\dot{l} = \dot{m} - \dot{p} \qquad (9)$$

debido a que no existe crecimiento en la economía por encontrarse en un estado estacionario, entonces el crecimiento del stock nominal de dinero es nulo ($\dot{m} = 0$). Por tanto, la ecuación (9) queda expresada como:

$$\dot{l} = -\dot{p} = -\mu(y - \bar{y}) \qquad (10)$$

la ecuación (10) define una relación inversa entre la tasa de crecimiento de los saldos reales y la inflación y también sirve para definir comportamiento de los precios.

Los valores de equilibrio de la producción y de los saldos reales a largo plazo, simbolizadas por $\bar{l}$ e $\bar{y}$, satisfacen el sistema cuando ambas variables se estabilizan. Además, en el estado estacionario, $\dot{l}$ y $\dot{y}$ son iguales a cero debido a que no se mueven cuando la economía está quieta.

Es decir,

$$\begin{aligned} \dot{l} = \dot{m} - \dot{p} = 0 \\ \dot{y} = 0 \end{aligned} \qquad (11)$$

En el estado estacionario la producción real es igual a la de pleno empleo y la tasa de inflación es nula.

Si $\dot{l} = 0$ esto implica que $y = \bar{y}$, por lo que la recta $\dot{l} = 0$ será vertical a ese nivel de producción. A la derecha de la función $\dot{l} = 0$ la inflación es positiva y la cantidad real de dinero disminuye, ya que el stock nominal de dinero es contante. A la izquierda se origina deflación y, por tanto, los saldos reales crecen.

Cuando $\dot{y} = 0$, el nivel de producción viene dado por:

$$y = \frac{1}{\beta_1\mu - \frac{\beta_1\psi}{\alpha} - 1}\left[\beta_0 + \frac{\beta_1}{\alpha} l - \beta_1\mu\bar{y}\right] \qquad (12)$$

La forma de la función $\dot{y} = 0$ depende del signo de su pendiente, la cual es:

$$\left.\frac{dy}{dl}\right|_{\dot{y}=0} = \frac{-\frac{\beta_1}{\alpha}}{\beta_1\mu - \frac{\beta_1\psi}{\alpha} - 1} \qquad (22)$$

la cual puede resultar positiva, igual a cero o negativa de pendiendo del signo del denominador. Para garantizar la estabilidad del sistema, se supone que la pendiente de la línea $\dot{y} = 0$ es positiva, es decir $\beta_1\mu - \frac{\beta_1\psi}{\alpha} - 1 < 0$.

La combinación de estas dos líneas ($\dot{l}$ y $\dot{y}$), dan el punto de equilibrio del sistema.

1.2.1 Requerimientos para la no negatividad de la pendiente de la producción

Cuando la producción crece, se producen ciertos efectos que pueden ser analizados matemáticamente y económicamente en las ecuaciones anteriormente vistas. Estos efectos son:

1. Efecto Renta, reflejado en el término $-\beta_1\mu/\alpha$.
2. Efecto Mundell – Tobin, capturado en el término $\mu\beta_1$.
3. Efecto del exceso de oferta, recogido por el término -1.

Para que el sistema sea estable el efecto renta y el efecto del exceso de oferta deben ser dominantes ante el efecto Mundell-Tobin. De lo contrario, el crecimiento de la actividad llevaría nuevos crecimientos de la producción y el sistema sería inestable

Otro método de comprobar la estabilidad del sistema es por medio de sus raíces características con las cuales es posible comprobar la estabilidad o inestabilidad del sistema. Dependiendo de los coeficientes, se tendrán raíces positivas (no estable), negativas (estable) o ambas (punto de silla).

2. LOS DATOS
2.1 OBTENCION DE DATOS

Las variables utilizadas fueron proporcionadas por la Biblioteca del Banco Central del Ecuador y son:

- Cantidad nominal de dinero (*m*).
- Nivel de precios (*p*) con base en el período de septiembre de 1994 a agosto de 1995.
- Cantidad demandada de bienes (y^d)
- Producción real (*y*) con año base 1975Tasa de interés[3] (*i*), La inflación ($\dot{p}$).
- La tasa de inflación esperada ($\dot{p}^e$).
- Tasa de crecimiento de la producción ($\dot{y}$).
- Tasa de crecimiento de la cantidad de dinero ($\dot{m}$).

Se utilizó el logaritmo de todas las variables exceptuando el caso de la tasa de interés y las tasas de crecimiento de la producción y los precios.

El presente trabajo asume que los agentes forman sus expectativas de inflación utilizando de la mejor manera posible toda la información disponible hasta el tiempo *t*, en otras palabras, se asume expectativas racionales en los individuos. Una vez estimado el proceso de la inflación (cuya regresión arrojó residuos ruido blanco) se obtuvo los valores esperados por los agentes.

2.2.Test de Estacionariedad

Para determinar la integración de las variables se probó estadísticamente la estacionariedad de las mismas; es decir, si las series de tiempo eran integradas de orden cero -I(0)- como se vio en el Capítulo 1, o si tenían raíz unitaria, lo que indicaría que no hay un comportamiento estable de largo plazo en niveles.

Se rechaza fuertemente la presencia de raíz unitaria en sus primeras diferencias a un nivel de confianza del 99%, mientras que las variables en niveles muestran claramente la existencia de no estacionariedad (sobretodo la serie de la demanda agregada y la producción).

Asimismo, tanto la inflación como la inflación esperada son estacionarias en niveles, al 99% de confianza, pues son el resultado de la diferenciación de los precios, los cuales son estacionarios en primeras diferencias.

El hecho de que todas las variables tengan el mismo orden de integración -I(1)-, cumple con el requisito que se revisó en el Capítulo 1 para realizar las ecuaciones de cointegración IS y LM que se utilizarán más adelante.

[3] Tasa de interés básica del Banco Central del Ecuador.

3. EL MODELO
3.1 RESULTADOS DEL MODELO

La ***ecuación LM*** utilizó logaritmos de las variables trimestrales en niveles, como exige una ecuación de cointegración: el medio circulante, el nivel de precios, la oferta agregada de bienes y la tasa de interés. Siguiendo la ecuación (2), se estimaron los valores de ψ y α, los que resultaron significativos dado su Valor p de 0, se obtuvo:

$$m - p = 1.069621\ y - 0.879019\ i$$

La negatividad de α implica que a un aumento marginal de la tasa de interés, la demanda de saldos reales disminuirá en una magnitud aproximada de 0.87%. Por otro lado, si la producción aumenta 1%, la demanda de saldos reales variará positivamente en 1.06%.

En la estimación de la ***ecuación IS*** se tomaron logaritmos a las variables trimestrales en niveles, tal como una ecuación de cointegración necesita: la demanda agregada, una constante, la tasa de interés -trimestralizada - y la inflación estimada, es decir, con expectativas racionales. Los coeficientes de esta regresión resultaron significativos con un Valor P de cero,

$$yd: 10.36898 - 0.066686(i - inflacestimada)$$

Donde c incorpora el gasto público, consumo e inversión e influye positivamente en la demanda agregada. Contrariamente, por cada incremento marginal de la tasa de interés real, la DA disminuye en 0.066%.

Con la finalidad de obtener el valor del parámetro que captura la velocidad de ajuste de la producción***, ν,*** en la ecuación dinámica de la producción, siguiendo el patrón de (6), se utilizó la variación de la producción, la demanda agregada y la oferta agregada de bienes, este valor resultó significativo con un Valor P de cero:

$$\boldsymbol{\nu = 0.046335}$$

Para obtener el valor del parámetro que mide la velocidad de ajuste del mercado de bienes, **μ,** en la ecuación (5), se realizó por 2 métodos:

1. Se estima la ecuación con la producción natural o la de pleno empleo calculada a través de la prueba de Hodrick-Prescott Filter. El valor de μ resulta no significativa, con un Valor P de 0.9192;

2. Se calcula la brecha entre la oferta y la producción de pleno empleo, para lo cual:
   - 2.1. Se genera una serie dummy, debido al quiebre en el tercer trimestre de 1972 causado por el boom petrolero de la época.
   - 2.2. Se estima la ecuación de la producción con una constante, la variable dummy calculada anteriormente y una variable de tendencia (@TREND).
   - 2.3. De la ecuación anterior se obtiene la producción estimada, con la cual se calcula la brecha entre la producción y la producción estimada.
   - 2.4. Con esta brecha, se estima entonces la ecuación de la dinámica de los precios, resultando que **μ** (velocidad de ajuste del mercado de bienes) no es significativo:

$$\boldsymbol{\mu = 0}$$

Reemplazando los valores de los coeficientes obtenidos en las regresiones anteriores, se obtiene las raíces calculadas:

$$\lambda_1 = 0$$
$$\lambda_2 = -0.500948$$

Siendo esto una indefinición, no se puede concluir que el sistema tienda al estado estacionario.

Ahora, si se calculan los efectos renta, Mundell-Tobin y el exceso de oferta:

Efecto Renta: $-\beta_1\mu/\alpha$

$= -(-0.066686)(0) / (-0.879019)$

$= 0$

Efecto Mundell-Tobin: $\mu\beta_1$

$=(0)(-0.066686)$

$= 0$

Efecto de exceso de oferta: (-1)

$= -1$

La condición necesaria del dominio de los efectos Renta y Exceso de Oferta respecto al Mundell-Tobin no se cumple, sin embargo, si se da la negatividad de los efectos en conjunto, es decir, la curva IS tiene pendiente positiva.

CONCLUSIONES

Al no existir dinámica en los saldos reales a ningún nivel de producción, debido a que a partir de 1980 la serie presenta cierta estacionariedad, cualquier movimiento del sistema fluye hacia la dinámica de la producción, lo que da indicios de una economía ecuatoriana con cortes de tipo keynesianos.

Asimismo, la incapacidad para determinar el estado estacionario hace que la producción de pleno empleo sea difícil de alcanzar

La indefinición del sistema al utilizar raíces características da indicios de dos cuestiones:

1. El sistema IS-LM puede no reflejar o ser fiel a la realidad de la economía ecuatoriana, y

2. Pueden existir variables omitidas que hacen que los resultados no concuerden con lo que *a priori* se supone. El supuesto de economía cerrada utilizado en este trabajo excluye ciertas variables, como el tipo de cambio, que influirían en esta indefinición,

Dado que en esta tesis se ha desarrollado un instrumento de análisis empírico, cualquier conclusión de tipo contextual e institucional debe ser cuidadosa, tomando en cuenta todas aquellas variables no modeladas en el IS – LM y revisando los supuestos subyacentes a la teoría.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. L. Largo, "Modelo IS-LM dinámico: Una palicación para el Ecuador" (Tesis, Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2002)

2. Antonio Argandoña, Consuelo Gámez, y Francisco Mochón **"Macroeconomía Avanzada I "**, Modelos dinámicos y teoría de la política económica. (Mc Graw -Hill, 1996), pp 21-31

3. Banco Central del Ecuador, **"Memoria Anual"** e **"Información Estadística Mensual"**, (varios números)

4. Chiang, Alpha C., **Métodos Fundamentales de Economía Matemática (Tercera edición,** 1987**). Capítulo 8**

5. Chumacero, Rómulo A. **Advertencia: tragar una raíz unitaria puede ser peligroso para su salud, (**Departamento de Economía, Universidad de Chile, 1998)

6. Dornbusch, Rudiger y Stanley Fischer, **Macroeconomía, (S**exta edición,1999).

7. González, Josep i Calvet , **Análisis Dinámica del Model ISLM**, 2000

8. Johnston, Jack y DiNardo, John, **Econometric Methods**, (Cuarta edición, 1997).

9. King, Robert G. **The New IS -LM Model: Language, Logic and Limits**, (Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly Volume 86/3, 2000).

10. Lafuente, Danilo, **Mecanismos de Transmisión de la Política Monetaria: 1990 - 1995**, nota técnica 33, 1999

11. Morillo Battle, Jaime, **Economía Monetaria del Ecuador,** 1995

12. Simons, Paul, **Mathematics for Economics**