

CICLOS ECONOMICOS REALES EN BOLIVIA

Eduardo Antelo Callisperis

1. INTRODUCCION

El término ciclos económicos se refiere al comportamiento conjunto de series de tiempo de una gran variedad de variables como ser precios, producto, empleo, consumo e inversión. En las economías, en general, este comportamiento parece estar caracterizado por dos regularidades básicas: las series medidas como desviaciones de la tendencia, muestran una persistencia considerable y además se mueven juntas.

La literatura económica en los últimos cien años desarrolló varias explicaciones distintas del fenómeno de los ciclos económicos, asociándolo a disturbancias monetarias, actividad del gobierno, información asimétrica o incompleta, formación de expectativas sesgadas, comportamiento no maximizador de los agentes ("espíritu animal"), costos de ajuste o cualquier otro tipo de falla de mercado.

En este trabajo se pretende mostrar evidencias de que los modelos de ciclos económicos reales pueden ser adecuados para explicar el comportamiento de las fluctuaciones de la economía boliviana en la segunda mitad de este siglo.

La explicación de los ciclos económicos por los teóricos de ciclos económicos reales es consistente con supuestos del tipo: expectativas racionales, información perfecta, preferencias estables, inexistencia de costos de fricción o ajuste, y disturbancias monetarias o de la actividad del gobierno.

No obstante los modelos de ciclos económicos reales sean capaces de generar comportamientos parecidos a los ciclos económicos, no se pretende encontrar una única explicación para fluctuaciones en la actividad real, sino de proporcionar un instrumental teórico definido para evaluar la importancia de otros factores que fueron ignorados (como por ejemplo las disturbancias monetarias) en los episodios reales de los ciclos.

En la sección siguiente se desarrolla un modelo de ciclos económicos reales. La sección 3 presenta evidencias de la existencia de tendencias estocásticas a partir de pruebas de raíz unitaria en el producto real en Bolivia, lo que constituye una evidencia empírica favorable a los modelos de ciclos económicos reales. En la sección 4 se muestran evidencias de persistencia y co-movimiento de algunas variables reales en la economía boliviana a través de la utilización de vectores autorregresivos (VAR) y por último, la sección 5 presenta las principales conclusiones de este trabajo.

2. MODELO DE CICLOS ECONOMICOS REALES

En un contexto de un modelo de equilibrio general, se especificarán las preferencias y la tecnología de tal forma que las características comúnmente asociadas a los ciclos económicos reales (fundamentalmente la persistencia y el co-movimiento de las series de tiempo de las variables económicas) son resultados de comportamientos maximizadores de individuos que escogen planos de consumo/producción, tal que las fluctuaciones de los ciclos económicos reales no deban ser observadas como desviaciones, reductoras del bienestar, de una trayectoria de tasa natural de una economía walrasianamente ideada.

Con respecto a las preferencias, se asume que todos los bienes de consumo (incluyendo el ocio) que son demandados en cantidades positivas, a un precio dado, son bienes estrictamente normales a aquellos precios. Si el consumo - presente y futuro - es un bien normal en las preferencias del consumidor, éste intentará distribuir a lo largo de muchos periodos los efectos en el consumo de cualquier incremento no anticipado de la riqueza.

En un modelo multisectorial, el consumidor intentará asignar sus ahorros incrementales de tal forma que aumente su consumo en bienes diferentes. A precios relativamente constantes esto sugiere que las características del ciclo económico, como persistencia y co-movimiento son características de planes de consumo deseados.

Pero en el contexto de equilibrio general, los precios relativos no son constantes y se deben ajustar para reflejar las posibilidades de producción así como las preferencias del consumidor. El equilibrio económico siempre involucra una confrontación entre preferencias y posibilidades. Cualquier evento que resulte en un aumento no anticipado de la riqueza no es, en general, del tipo que permite "físicamente" al consumidor el consumo adicional de cualquier cosa en un futuro próximo, mucho menos inmediatamente. Para acomodar posibilidades físicas, los precios se deben modificar en respuesta al evento. Alguna especificación de posibilidades de producción es, entonces, requerida para completar el cuadro.

El supuesto para las posibilidades de producción es la de una producción capitalista no trivial (empleo de una variedad de insumos) que es posible y generalmente eficiente. Se asumen: rendimientos constantes de escala, sustituibilidad "suave" de insumos y productividad marginal estrictamente decreciente de cualquier insumo en cualquier producto dado. Se supone también que cada bien puede tener muchos usos alternativos (para consumo directo o empleos alternativos).

Esta descripción general de las posibilidades de producción implica una amplia variedad de oportunidades de sustitución intertemporal e intratemporal. Así, las posibilidades de producción proporcionan al agente económico flexibilidad suficiente para absorber completamente incrementos del producto no anticipados en el consumo corriente (resultando en no persistencia ni co-movimiento) o para distribuir aquellos shocks a través del tiempo y entre bienes.

Dado el supuesto asumido sobre las preferencias del consumidor, éste escogerá la segunda alternativa para absorber variaciones no esperadas del producto, resultando en persistencia y co-movimiento que caracterizan los ciclos económicos reales.

El modelo propiamente está constituido por un único individuo de vida infinita (o un número constante de individuos idénticos), con una dotación dada de recursos iniciales, y posibilidades de producción y gustos.

El individuo escoge un plan de consumo/producción preferido el cual se interpreta, juntamente con la tasa marginal de sustitución del individuo, como las cantidades y precios relativos que resultan de una economía de mercado competitivo.

Todas las actividades en la economía pueden ser descritas como repeticiones del siguiente ciclo de un período. En el inicio de cada período el individuo escoge: la canasta de bienes para consumir durante el período, la cantidad de tiempo de ocio para ser consumido

durante el período y los insumos de bienes y trabajo para varias transformaciones de producción que serán completadas durante el período.

Todas estas elecciones están restringidas por el stock total de bienes disponibles en el inicio de cada período t y por la cantidad fija de tiempo disponible por período (ocio y trabajo). Durante el período, varios shocks exógenos aleatorios influyen en las transformaciones de producción. Aquellos shocks, junto con las elecciones de insumos hechas en el inicio de cada período, determinan el stock total de bienes que estará disponible en el inicio del período siguiente.

Todos los bienes de la economía son producidos. En general, cualquier bien puede ser usado como insumo en la producción de otros bienes y la producción de cualquier bien requiere una cantidad de insumos positivos de otros bienes. Así la producción es capitalista en el sentido que una variedad de insumos producidos son utilizados en la producción de un bien. Por último, se supone que los bienes son perecibles.

Formalizando el modelo¹, el individuo escoge su plan de asignación para maximizar el valor esperado de su utilidad, U , sujeto a la disponibilidad de recursos y posibilidades de producción:

$$U = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, z_t), \quad 0 < \beta < 1 \quad (1)$$

donde β es el factor de descuento, c_t es un vector $N \times 1$ de bienes de consumo en el período t , y z_t es la cantidad de ocio consumida en el período t .

La característica esencial de (1) es que los gustos del individuo son asumidos constantes en el tiempo y no sufren la influencia de shocks exógenos aleatorios.

Las posibilidades de producción para los N bienes en la economía muestran rendimientos constantes de escala y son representados por la siguiente función vectorial de valores:

$$Y_{t+1} = F(L_t, X_t; \sigma_{t+1}), \quad (2)$$

donde Y_{t+1} es un vector $N \times 1$ cuyo i -ésimo elemento, $Y_{i,t+1}$ es el stock total del bien i disponible en el tiempo $t+1$. $F()$ es una función vectorial de N valores que es cóncava y linealmente homogénea con respecto a L_t y X_t . L_t es un vector de insumos de trabajo en el período t , X_t es una matriz de insumos de bienes asignados en el período t y σ_{t+1} es un vector aleatorio cuyo valor ocurre en el período $t+1$.

Además, se asume que con esta tecnología de producción no existen cambios tecnológicos y dados L_t y X_t , los elementos de (2) están independientemente distribuidos.

La base matemática que representa la economía es completada por dos restricciones de recursos que deben ser satisfechas en cada período.

¹ Este modelo fue inicialmente formulado por Long y Plosser (1983).

Con H denotando el tiempo total disponible por período, la elección trabajo-ocio está restringida por:

$$Z_t + \sum_{i=1}^N L_{it} = H; \quad t=0,1,2,\dots \quad (3)$$

y la asignación de bienes por:

$$C_{jt} + \sum_{i=1}^N X_{ijt} = Y_{jt}; \quad j=1,2,\dots,N; t=0,1,2,\dots \quad (4)$$

Por último las asignaciones hechas en el período t (C_t, Z_t, L_t, X_t) deben depender solamente de información observable por el individuo en el período t .

En este modelo, todas las asignaciones de equilibrio del individuo y los precios relativos en el período t son funciones estacionarias del vector estado de la economía $S_t = (Y_t, \sigma_t)$. Los precios relativos son dados por las tasas marginales de sustitución del individuo, evaluadas en cantidades especificadas por su elección de un plano de asignación. Analíticamente, éstos pueden ser expresados en términos de su utilidad marginal de ocio corriente y derivadas parciales de su función corriente de bienestar, $V(S_t)$, que es definida como (sujeta a las ecuaciones (2), (3) y (4)):

$$V(S_t) = E\left[\sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} u(C(s), Z(s)) / S_t\right]. \quad (5)$$

Dado el estado inicial de la economía, $S_0 = (Y_0, \sigma_0)$, las reglas de asignación y formación de precios determinan el consumo, los insumos de producción y los precios relativos en el tiempo 0. La función de producción (2) y el vector de shocks s_t determinan entonces $S_t = (Y_t, \sigma_t)$. En esta forma recursiva, la evolución intertemporal de precios y cantidades de equilibrio es definida como un proceso estocástico multivariado.

A continuación, para ilustrar el comportamiento de un ciclo económico real se muestra un ejemplo de precios y cantidades en equilibrios competitivos dinámicos. Fueron hechos algunos supuestos específicos sobre la forma de las preferencias y posibilidades de producción.

En este ejemplo, la utilidad de un período, $u(C_t, Z_t)$ tiene la forma:

$$u(C_t, Z_t) = \theta_0 \ln Z_t + \sum_{i=1}^N \theta_i \ln C_{it}, \quad (6)$$

donde θ_i es mayor o igual a cero para $i=1,2,\dots,N$. En general, se presume que $\theta_o>0$. Si $\theta_k=0$ para algún k mayor o igual a 1, entonces un bien k no tiene valor de consumo directo, pero puede servir como insumo para la producción de otros bienes.

Se mantiene el supuesto especial de bienes perecibles. Las funciones de producción específicas se hallan dadas por:

$$Y_{i,t+1} = \sigma_{i,t+1} L_{it}^{b_i} \prod_{j=1}^N X_{ijt}^{a_{ij}}, \quad i=1,2,\dots,N. \quad (7)$$

donde los parámetros b_i y a_{ij} son asumidos no negativos y constantes a través del tiempo. Excepto por el parámetro estocástico (σ_{it}), ésta es una tecnología tipo Cobb-Douglas normal.

Sujeto a las posibilidades de producción (7) y la restricción de recursos dada por (3) y (4), el individuo escoge un plan de consumo/producción en el período t para maximizar:

$$E(U/S_t) = E\left[\sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} u(C_s, Z_s) / S_t\right]. \quad (8)$$

Si las preferencias del individuo son tales que la función de bienestar, $V(S_t)$ es definida como el valor máximo de $E(U/S_t)$, entonces V y el plan de consumo/producción óptimo están relacionados a la solución para:

$$V(S_t) = \max[u(C_t, Z_t) + \beta E(V(S_{t+1})/S_t)]. \quad (9)$$

En general, las ecuaciones funcionales como (9) son resueltas por un proceso iterativo. En el caso particular del ejemplo la solución es:

$$V(S_t) = \sum_{i=1}^N \gamma_i \ln Y_{it} + J(\sigma_t) + K, \quad (10)$$

donde:

$$\gamma_j = \theta_j + \beta \sum_{i=1}^N \gamma_i a_{ij}; j = 1, 2, \dots, N,$$

$$J(\sigma_t) = \beta E \left[\sum_{i=1}^N \gamma_i \ln \sigma_{it+1} + J(\sigma_{t+1}) / \sigma_t \right],$$

y el consumo y la cantidad de insumos óptimas en el período t son dadas por:

$$C_{it}^* = (\theta a_i I Y_i) Y_{it}; i = 1, 2, \dots, N. \quad (11)$$

$$Z_i^* = \theta_o (\theta_o + \beta \sum_{j=1}^N y_j b_j)^{-1} H. \quad (12)$$

$$X_{ijt}^* = (\beta y_i a_{ij} / y_j) Y_{jt}; i, j = 1, 2, \dots, N. \quad (13)$$

$$L_{it}^* = \beta y_i b_i (\theta_o + \beta \sum_{j=1}^N y_j b_j)^{-1} H; i = 1, 2, \dots, N. \quad (14)$$

La forma algebraica de estas reglas de decisión se debe en gran parte a las preferencias y posibilidades de producción particulares asumidas, para que se puedan analizar las características cualitativas de las reglas.

El comportamiento de las reglas con respecto a las variables y parámetros del modelo que explícitamente aparecen en la fórmula puede ser resumido por los dos principios siguientes:

- La parte del stock disponible de un bien asignada para un empleo (consumo) dado es una función creciente de su productividad en aquel empleo. Lo mismo se aplica en la asignación del tiempo (H) disponible en un período.
- Las cantidades de un bien (o tiempo) asignadas para cada uno de sus empleos productivos y para valores positivos de consumo son funciones crecientes de la cantidad total disponible del bien (o tiempo).

En términos de ciclos económicos, el segundo principio es el más importante, pues implica que si la producción de un bien i es inesperadamente alta en el período t, entonces los insumos del bien i en todos sus empleos productivos también serán inesperadamente elevados en el instante t. Suponiendo que el bien tiene varias alternativas de empleo, esto no solamente propaga el shock del producto para adelante en el tiempo, sino distribuye los efectos futuros del shock a través de los sectores de la economía. Esta es la explicación primaria de la persistencia y co-movimiento en las series de consumo, insumo y producto en nuestro ejemplo.

El comportamiento dinámico del producto es resultado de las funciones de producción (7) junto con las reglas de decisión de insumos (13) y (14). Ya que es más fácil expresar en términos de logaritmos del producto, dado y_t denotar el vector $N \times 1$ $[\ln Y_{it}]$. Sustituyendo (13) y (14) en (7) y tomando los logaritmos:

$$y_{t+1} = Ay_t + k + \varepsilon_{t+1}, \quad (15)$$

donde A es la matriz $N \times N$ $[a_{ij}]$, k es un vector $N \times 1$ de constantes y ε_{t+1} es el vector estocástico $[\ln \sigma_{i,t+1}]$ de dimensión $N \times 1$

La matriz A es básica en la determinación de si (o no) las series económicas en el ejemplo, muestran algo semejante al comportamiento del ciclo económico. Esto se observa cuando se admite el caso donde los vectores en la secuencia $[s_t]$ son independientes e idénticamente distribuidos. En este caso, A indica la única relación intertemporal entre desviaciones de los productos de sus valores normales (esperados). Los elementos de A son elasticidades de los productos (bienes) con respecto a los insumos (también bienes). Con rendimientos de escala dados, aquellas elasticidades son iguales a las porciones de costos de equilibrio, y así la matriz A es una matriz insumo-producto denotada en términos de "cost shares".

El supuesto básico de que los bienes tienen varias alternativas de utilización productiva es caracterizado en A por la presencia de varias columnas que están constituidas de elementos positivos. De acuerdo con (15), productos inesperadamente elevados en el instante t , de cualquiera de los bienes correspondientes a aquellas columnas, llevan a aumentos en el producto esperado en el instante $t+1$ de todos los bienes que ayuda a producir.

3. TENDENCIAS ESTOCÁSTICAS EN EL PRODUCTO EN BOLIVIA

Es una práctica común en macroeconomía descomponer variables reales, como el producto interno bruto, en un componente secular (tendencia) o de crecimiento y un componente cíclico. El componente secular se encontraría dentro del dominio de la teoría del crecimiento, donde factores como la acumulación del capital, crecimiento de la población y cambios tecnológicos son los determinantes primarios. El componente cíclico, por su parte, se asume transitorio (estacionario) en su naturaleza, con los factores monetarios como su causa primaria. Puesto que se asume que las fluctuaciones cíclicas desaparecen a lo largo del tiempo, cualquier movimiento de largo plazo o permanente (no estacionario) es atribuido necesariamente al componente secular.

Hasta hace algunos años, las tendencias de las variables fueron asumidas funciones determinísticas del tiempo, usualmente funciones exponenciales o lineales cuando las variables se encuentran en logaritmos. Con este supuesto, las innovaciones del sistema pueden tener solamente efectos de corto plazo, y por tanto, cualquier política que altere la variación de las desviaciones de la tendencia no tiene efectos permanentes.

La noción de que el componente secular no fluctúa mucho sobre períodos cortos de tiempo, como un año o trimestres, moviéndose más bien lentamente con respecto al componente cíclico, ha llevado en la práctica a la eliminación de tendencias en las series de tiempo, con la utilización de estimaciones de la tendencia a partir de regresiones contra el tiempo (o un polinomio en el tiempo). Los residuos son entonces interpretados como el componente cíclico a ser explicado por la teoría de ciclos económicos.

El movimiento secular, sin embargo, no necesita ser modelado por una tendencia determinística. Por ejemplo, la clase de procesos estocásticos integrados, ejemplificada por

el camino aleatorio, también exhibe un movimiento secular pero no sigue una trayectoria determinística.

Al final de la década de los setenta y en los ochenta, una serie de trabajos en estadística y economía cambiaron la forma en que los macroeconomistas veían las tendencias de las variables económicas. Dickey y Fuller (1979) desarrollaron los tests de raíz unitaria. Beveridge y Nelson(1981) mostraron que cualquier serie integrada puede ser representada como la suma de un camino aleatorio y un componente estacionario. Nelson y Plosser(1982) y Perron(1988) muestran que la mayor parte de los macro agregados son caracterizados más adecuadamente como procesos integrados que como procesos de tendencia estacionarios.

Si el movimiento secular en las series de tiempo macroeconómicas es de naturaleza estocástica y no determinística, entonces los modelos basados en residuos de tendencias temporales estarían mal especificados.

Con estos resultados, modelos macroeconómicos que se concentran en las perturbancias monetarias como fuente de fluctuaciones puramente transitorias (estacionarias) no tendrían éxito en explicar una porción importante de las fluctuaciones del producto y, variaciones estocásticas debidas a factores reales se constituirían en elementos esenciales de cualquier modelo de fluctuaciones económicas. Con esta base se desarrollaron diversos modelos de ciclos económicos reales.

3.1. Instrumental Estadístico

La estadística básica utilizada es la representación apropiada de no estacionariedad en series de tiempo económicas. La preocupación primaria se refiere a la no estacionariedad en el promedio de las series. Tal comportamiento implica que las series carecen de promedios fijos de largo plazo, o que tienen una tendencia a moverse más distante de un estado inicial dado, cuando el tiempo avanza.

Nelson y Plosser (1982) consideran 2 clases fundamentalmente diferentes de procesos no estacionarios como supuestos alternativos. La primera clase de procesos consiste en aquellos que pueden ser expresados como una función determinística del tiempo, llamada tendencia, más un proceso estocástico estacionario con promedio cero. Esta clase de modelos se denominan procesos de tendencia estacionarios (TE).

El hecho de que las series de tiempo económicas muestran variaciones que aumentan en promedio y dispersión en proporción al nivel absoluto, motiva la transformación de las variables a logaritmos naturales, para que las tendencias sean lineales en los datos transformados. Se asume además que las desviaciones de la tendencia tienen una representación de un proceso ARMA estacionario e invertible.

Denotando el logaritmo natural de la serie por z_t y las desviaciones de la tendencia por c_t , la clase TE lineal tiene la forma:

$$z_t = \alpha + \beta t + c_t, \\ \phi(L) c_t = \theta(L) u_t; \rightarrow iid(0, \sigma_u^2), \quad (16)$$

donde α y β son parámetros fijos, L es un operador de rezagos y $\phi(L)$ y $\theta(L)$ son polinomios en L que satisfacen las condiciones de estacionalidad e invertibilidad ($\phi(L)^{-1}$ y $\theta(L)^{-1}$ existen).

El determinismo del proceso es capturado en las propiedades de previsión e incertidumbre de largo plazo sobre tales previsiones. En cuanto la autocorrelación en c_t , puede ser explorada en la previsión de corto plazo, queda claro que sobre horizontes mayores la única información sobre un z futuro es su promedio ($a + \beta t$). Así ni los eventos corrientes ni los pasados alterarán las expectativas de largo plazo. Además, el error de previsión de largo plazo debe ser c que tiene varianza finita. Por tanto, la incertidumbre está limitada inclusive en el futuro a largo plazo.

La segunda clase de procesos no estacionarios es aquella en la cual con diferencias de algún orden se genera un proceso ARMA estacionario e invertible (proceso TARMA). La contraparte a un proceso TE lineal es un proceso TARMA en logaritmos naturales:

$$(1-L)^n z_t = \beta + d_t; n \geq 1$$

$$\delta(L) d_t = \gamma(L) u_t; u_t \sim iid(0, \sigma_u^2), \quad (17)$$

donde $(1-L)^n$ es el operador de diferencia de orden n y $\delta(L)$ y $\gamma(L)$ son polinomios que satisfacen las condiciones de estacionariedad e invertibilidad. Un ejemplo simple de esta clase de modelos es el camino aleatorio para el cual las innovaciones son serialmente no correlacionados, esto es $d_t = u_t$.

Para ver la diferencia fundamental entre los procesos TE y TARMA es útil expresar z_t como el valor en algún punto de referencia en el pasado (tiempo cero), más todos los cambios subsecuentes. En el caso particular de $n=1$, se tiene:

$$z_t = z_0 + \beta t + \sum_{j=1}^t d_j \quad (18).$$

Las ecuaciones (18) y (16) indican que los dos tipos de procesos pueden ser vistos como una función lineal del tiempo más una desviación. El intercepto en (16), sin embargo, es un parámetro fijo, en cuanto en (18) es una función de eventos históricos. Las desviaciones de la tendencia en (16) son estacionarias en cuanto en (18) son acumulaciones de cambios estacionarios. Esta acumulación en (18) no es estacionaria y su varianza se incrementa sin límite cuando t aumenta. Las previsiones de largo plazo del proceso TARMA estarán siempre influenciadas por eventos históricos y la varianza del error de previsión aumentará sin límites.

La clase TARMA es de naturaleza puramente estocástica y TE es fundamentalmente determinística. Cuando se asume que la última es apropiada se impone implícitamente límites a la incertidumbre y grandes restricciones a la relevancia del pasado sobre el futuro.

Las pruebas de raíz unitaria desarrolladas por Dickey-Fuller y Phillips-Perron son útiles para verificar que tipo de modelo caracteriza mejor el comportamiento del producto real en Bolivia. La clase de modelos TARMA puede ser caracterizada por un proceso generador de datos que es un camino aleatorio, denotado por I(1) y definido por:

$$y_t - y_{t-1} = \Delta y_t = \varepsilon_t; y_0 = 0; \quad (19)$$

donde $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

Si en cambio, y_t representa la clase TE será generado por un proceso autorregresivo, tal que:

$$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (20)$$

tal que es estacionario, o I(0).

Para verificar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria ($\alpha=0$), o sea que el proceso es TARMA se utiliza el estadístico ADF ('Augmented Dickey Fuller') en dos versiones, que corresponden a los "estadísticos t" (sobre la hipótesis nula $H_0: \alpha=0$) de los siguientes modelos:

$$\Delta y_t = \mu + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \tau_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (21)$$

$$\Delta y_t = \mu + \beta t + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \tau_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t. \quad (22)$$

El test (21) describe un modelo de camino aleatorio con "drift" pero sin tendencia y el (22) un modelo más general, con "drift" y tendencia.

Los modelos deben incluir tantos rezagos de la variable Δy_t como fueran necesarios para obtener errores independientes idénticamente distribuidos (i.i.d.).

Como las pruebas de Dickey-Fuller están diseñadas para detectar la existencia de una raíz unitaria cuando el proceso que generó la serie observada es puramente autorregresivo, será utilizado también el estadístico de Phillips-Perron que es más general, en el sentido de que los residuos pueden tener una estructura ARMA.

A continuación en el Cuadro 1 se presentan los valores de los tests de raíz unitaria para la serie del logaritmo del producto real en Bolivia en el período 1950-1991.²

CUADRO 1. TEST DE RAIZ UNITARIA-PRODUCTO REAL

Estadístico/ecuación	3	4
ADF	-0.44	-0.79
Phillips-Perron	-0.64	-0.97
Valores críticos (1%) (50 obs, ver Fuller 1976)	-3.58	-4.15

El número de rezagos fue escogido de tal forma que se encuentren residuos estacionarios en la regresión aumentada al nivel de 5%. Para rechazar la hipótesis nula de existencia de raíz unitaria, es necesario que los estadísticos encontrados presenten un valor inferior al valor crítico.

En todos los casos se verifica la aceptación de H_0 existencia de raíz unitaria al nivel de significancia de 1%, tanto por los estadísticos ADF, como los de Phillips-Perron. En este sentido, se verifica que el supuesto de que el ciclo económico en Bolivia, durante el período considerado es un proceso estocástico de la clase TARMA no puede ser rechazado por la evidencia empírica, de tal forma que factores reales explicarían la mayor parte de las fluctuaciones.

4. EVIDENCIA DE PERSISTENCIA Y CO-MOVIMIENTO A TRAVES DE MODELOS VAR

A continuación se presenta el comportamiento de algunas series económicas en Bolivia a través del instrumental de vectores autorregresivos (VAR) para verificar si se observan las características de los ciclos económicos reales de persistencia y co-movimiento.

4.1. Metodología de Vectores Autorregresivos³

Los modelos de vectores autorregresivos (VAR) son modelos donde un mínimo de teoría "a priori" es usada, para restringir las interrelaciones entre las variables de interés. El procedimiento comienza tratando todas las variables como potencialmente endógenas, haciendo una regresión de cada variable contra sus valores rezagados y las variables restantes, con una constante y una tendencia temporal adicionales.

² Calculados con el programa RATS, versión 4.00.

³ Ver para una descripción más detallada de esta metodología SIMS (1972) y SIMS (1980).

Dado X_t un vector de n variables incluidas en el modelo, se puede representar un vector autorregresivo como:

$$X_t = \sum_{i=0}^l A_i X_{t-i} + C e_t \quad (23)$$

donde e_t el vector de perturbancias es serialmente no correlacionado y $E(e_t e_t') = \Sigma$ es una matriz diagonal. Los A_i son generalmente conocidos como los mecanismos de propagación del modelo, mientras los e_t son los impulsos. C es una matriz no singular $n \times n$, que asume que el número de innovaciones es igual al número de variables en el sistema.

La forma reducida del modelo VAR puede ser escrita como

$$X_t = \sum_{i=1}^l D_i X_{t-i} + u_t \quad (24)$$

donde $D_i = (I - A_0)^{-1} A_i$ y u_t es un vector de residuos no correlacionados serialmente.

Siguiendo la metodología VAR estándar propuesta por Sims, la forma reducida del modelo (24) es estimada, por mínimos cuadrados ordinarios.

Las ecuaciones estimadas son, en general, difíciles de interpretar directamente, pues el VAR constituye una forma reducida, cuyos coeficientes son funciones complejas de las formas estructurales que propiamente describen el comportamiento de cada variable, de tal forma que las propiedades del sistema son mejor entendidas examinando las llamadas funciones impulso-respuesta (FIR). Las FIR pueden ser interpretadas como los multiplicadores dinámicos que generan los efectos corrientes y subsecuentes en cada variable debido a un shock de alguna de las variables del modelo. Las FIR representan cada variable en el sistema como un promedio móvil de las perturbancias corrientes y pasadas.

En la medida en que las perturbaciones contemporáneas de cada ecuación estén correlacionadas, el cálculo del FIR requiere de la formulación de juicios anticipados respecto al orden de causalidad o exogeneidad de las diversas perturbaciones. En general, para resolver este problema, las variables se ordenan de acuerdo a algún juicio teórico razonable respecto a la causalidad, de manera que a las perturbaciones de las variables más altas en el ordenamiento se les atribuyen las correlaciones entre sí mismas y las perturbaciones de variables inferiores. Es importante destacar que el orden de las variables puede afectar los resultados encontrados⁴.

4.2. Resultados Empíricos

⁴ Para un análisis crítico de esta metodología, con propuestas de modelos VAR Bayesianos o estructurales, ver Bernanke (1986) y Litterman (1986).

Un sistema de vectores autorregresivos fue estimado para Bolivia en el período de 1950 a 1991. Los datos son anuales e incluyen las siguientes variables: producto real, consumo real, inversión real y exportaciones reales. Una descripción de las fuentes de información de las variables se encuentra en el anexo. Las variables se encuentran en logaritmos. Fueron introducidas una tendencia temporal y una constante.

4.2.1. Determinación del número de rezagos

Para implementar el modelo VAR es necesario especificar la estructura de rezagos. Inicialmente se partió de un modelo de 4 rezagos en cada variable, para conservar un número suficiente de grados de libertad en la estimación del modelo. También se probaron especificaciones con menor número de rezagos a partir del test de razón de verosimilitud:

$$LR = -2 [L_t(\phi_0) - L_t(\phi_a)] , \quad (25)$$

que tiene una distribución Chi-cuadrada, con $L(\phi_0)$ y $L(\phi_a)$ estimadas respectivamente sobre la hipótesis nula y la alternativa.

El resultado encontrado, comparando un modelo VAR de 4 rezagos con uno de 3, fué de $LR(16)=29.54$, con un nivel de significación de 0.0205, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula de que el cuarto rezago no es significativo, mostrando que la especificación VAR con 4 rezagos para cada una de las variables consideradas es la más conveniente.

4.2.2. Análisis de exogeneidad

El ordenamiento de las variables no tendría consecuencias en los resultados si las disturbancias no estuvieran correlacionadas. En general, esto no ocurre, siendo necesario realizar pruebas de causalidad y utilizar elementos teóricos para determinar el ordenamiento de las variables. Dichas pruebas fueron efectuadas calculando el estadístico F y los resultados son presentados a continuación.

CUADRO 2. TEST DE CAUSALIDAD.

VARIABLE DEPENDIENTE PIB

VARIABLE	ESTADISTICO F	SIGNIFICANCIA
PIB	32.19	0.000
CONSUMO	1.26	0.317
INVERSION	0.57	0.683
EXPORTACION	0.54	0.708

VARIABLE DEPENDIENTE CONSUMO

VARIABLE	ESTADISTICO F	SIGNIFICANCIA
PIB	2.15	0.111
CONSUMO	0.87	0.499
INVERSION	1.22	0.334
EXPORTACION	1.63	0.205

VARIABLE DEPENDIENTE INVERSION

VARIABLE	ESTADISTICO F	SIGNIFICANCIA
PIB	3.83	0.018
CONSUMO	1.76	0.175
INVERSION	0.68	0.614
EXPORTACION	2.46	0.078

VARIABLE DEPENDIENTE EXPORTACION

VARIABLE	ESTADISTICO F	SIGNIFICANCIA
PIB	2.55	0.071
CONSUMO	0.87	0.500
INVERSION	0.46	0.765
EXPORTACION	11.86	0.000

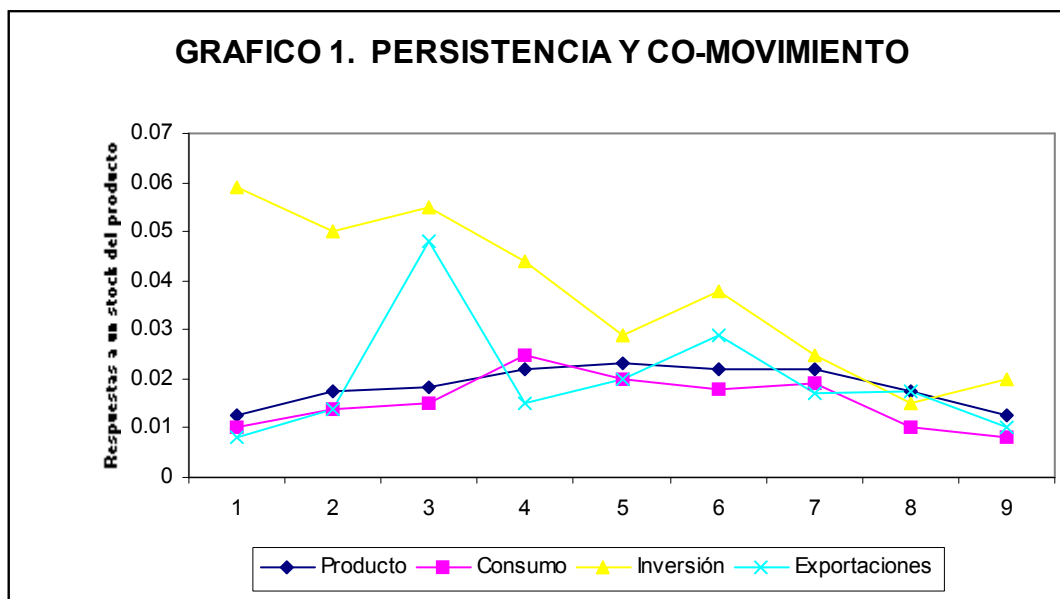
El posible ordenamiento resultante por los citados criterios fue el siguiente (de mayor a menor exogeneidad):

PIB - CONSUMO - INVERSION - EXPORTACIONES.

4.2.3. Funciones impulso respuesta

A continuación se pretende mostrar los impactos de un shock en el producto real sobre las otras variables del sistema para verificar la existencia de persistencia y co-movimiento en el comportamiento de estas series. Se presentan las funciones de impulso-respuesta del

producto, consumo, inversión y exportación a un shock de una desviación estándar del producto (0.067), para un período de 9 años.



Como se puede verificar existe una fuerte persistencia al shock del producto en todas las variables consideradas, además del co-movimiento, constituyéndose en una evidencia favorable para el modelo de ciclos económicos reales presentado anteriormente.

5. CONCLUSIONES

Muchas teorías tradicionales de ciclos económicos mantienen dos fundamentos. En primer lugar, las fluctuaciones en el producto se deberían primariamente a shocks de la demanda agregada, en función de la política monetaria, política fiscal y el "espíritu animal". Segundo, se supone que shocks de la demanda agregada tienen solamente un efecto temporal en el producto. Si las fluctuaciones del producto son altamente persistentes ninguno de estos supuestos se mantiene.

En este trabajo se presentan evidencias de que shocks en el producto son persistentes y que existe una fuerte persistencia y co-movimiento entre varias variables reales en la economía boliviana durante el período de 1950-1991.

En este sentido, modelos donde las fluctuaciones son atribuibles a factores reales, como el modelo de ciclos económicos reales presentado en este trabajo, deben ser convenientes para describir el comportamiento de los ciclos económicos en Bolivia.

Los resultados encontrados pueden tener implicaciones de política económica importantes, ya que en general, como las políticas de estabilización de corto plazo son diseñadas para neutralizar los efectos transitorios causados principalmente por factores monetarios, éstas podrán ser ineficaces causando más "ruido" a la economía. En este sentido el Gobierno debería preocuparse más de políticas de largo plazo que afecten a los factores reales para impulsar el crecimiento.

ANEXO : DEFINICION Y FUENTES DE LAS VARIABLES

Producto real. Producto Interno Bruto en bolivianos de 1980. Fuente: Ministerio de Planeamiento (1951-1969), Banco Central de Bolivia (1970-1979), Instituto Nacional de Estadística (1980-1991).

Consumo real. Gasto de Consumo Privado más Gasto de Consumo del Gobierno en bolivianos de 1980. Fuente: Ministerio de Planeamiento (1951-1969), Banco Central de Bolivia (1970-1979), Instituto Nacional de Estadística (1980-1991).

Inversión real. Formación Bruta de Capital Fijo en bolivianos de 1980. Fuente: Ministerio de Planeamiento (1951-1969), Banco Central de Bolivia (1970-1979), Instituto Nacional de Estadística (1980-1991).

Exportación real. Exportaciones de bienes y servicios en bolivianos de 1980. Fuente: Ministerio de Planeamiento (1951-1969), Banco Central de Bolivia (1970-1979), Instituto Nacional de Estadística (1980-1991).

BIBLIOGRAFIA

- BERNANKE, B. 1986. Alternative Explorations of the Money - Income Correlation. Mimeo.
- BEVERIDGE, S.; NELSON, C. 1981. "A new approach to decomposition of economic time series into permanent and transitory components with particular attention to measurement of the Business Cycle". Journal of Monetary Economics, 7: 151-174.
- CAMPBELL, J.; MANKIW, G. 1987. "Are output fluctuations transitory?". The Quarterly Journal of Economics, 102:857-880.
- DICKEY, D.; FULLER, W. 1979. "Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root". Journal of the American Statistical Association, 74:427-431.
- ENGLE, R. E.; ISSLER, J. 1993. "Common Trends and common cycles in Latin America". Revista Brasileira de Economía, 47(2):149-76.
- KYDLAND, F. Y PRESCOTT, E. 1982. "Time to Build and Agregate Fluctuations". Econometrica, 50(6):1345-1371.
- LITTERMAN, R. 1986. "Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions - Five Years of Experience". Journal of Business and Economic Statistics 4,25, 38.
- LONG, J.; PLOSSER, C. 1983. "Real Business Cycles". Journal of Political Economy, 9(1):39-69.
- LUCAS, R. 1987. Models of Bussiness Cycles. Yrjo Jahnsson Foundation. 115 p.
- LUCAS, R. 1980. "Methods and Problems in Business Cycles Theory". Journal of Money, Credit, and Banking, 12, Parte 2.
- NELSON, C. Y PLOSSER, C. 1982. "Trend and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Some Evidence and Implications". Journal of Monetary Economics 10:139-62.
- PERRON, P. 1988. "Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Further Evidence from a New Approach". Journal of Economic Dynamics and Control, 12:297-332.
- SIMS, C. 1992. "Interpreting the macroeconomic time series facts: the effects of monetary policy". European Economic Review, 36:975-1001
- SIMS, C. 1980. "Macroeconomics and Reality". Econométrica, 48:1-48
- SIMS, C. 1972. "Money, income and causality". American Economic Review, 62(4):540-552.