Innovar No. 8, 143-164

6

UN MODELO RBC-FISCAL PARA LA ECONOMÍA BOLIVIANA

Los ciclos económicos que caracterizan a la economía boliviana en los últimos cuarenta años tienen características similares a las de otras economías de la región: inversión altamente volátil al igual que la productividad; volatilidad cercana a la del producto, e importante variabilidad del gasto público. El objetivo de este trabajo es analizar si es posible reproducir estos hechos estilizados a través de un sencillo modelo de Ciclos Económicos Reales - RBC, calibrado para Bolivia. Las conclusiones más importantes a las que llego indican que el gasto público es una variable fundamental para explicar los ciclos económicos en Bolivia y que la forma en que es modelado el mercado laboral apunta más a manejar el supuesto de trabajo indivisible.

Martín F. Palmero Pantoja

1. Introducción

Uno de los propósitos más importantes de la macroeconomía es comprender la naturaleza y causa de las fluctuaciones del producto. La definición clásica de Burns and Mitchell (1946) dice que un ciclo consiste en fases de expansión que tienen lugar aproximadamente al mismo tiempo en muchas actividades económicas, seguidas por recesiones, contracciones y recuperaciones. La secuencia de cambios es recurrente pero no periódica y su duración es variable.

La teoría de ciclos económicos reales (RBC por sus siglas en inglés: *Real Business Cicle*) intenta explicar estas fluctuaciones cíclicas suponiendo que se originan en fenómenos reales y no así en variables nominales. Contrariamente a otras teorías sobre los ciclos económicos, los RBC ven a los ciclos como una respuesta eficiente ante cambios exógenos.

Los modelos RBC, tuvieron su origen en los años 80 y 90, los trabajos seminales de Kydland y Prescott (1982), Long y Plosser (1983), Christiano y Eichenbaum (1992), y Baxter y King (1999), abrieron esta línea de investigación.

Una de las importantes discusiones en este tipo de modelos se refiere a la forma de modelizar el mercado de trabajo. La mayor parte de los modelos RBC requiere que se generen altas elasticidades del mercado de trabajo para poder replicar los datos observados en la realidad. Este hecho es vital para poder compatibilizar la alta variabilidad de las horas trabajadas junto a la baja variabilidad de los salarios reales. La forma usual de afrontar este problema fue propuesta por Rogerson (1988) e implementada por Hansen (1985). En estos modelos el trabajo es indivisible, lo que quiere decir que los trabajadores deben elegir entre trabajar un determinado número de horas o nada. Esta característica da lugar a diferencias en el número de horas trabajadas a pesar de que se supone que los trabajadores son iguales entre sí: algunos trabajadores pueden estar desempleados, mientras que otros están empleados e incluso sobre empleados. Este punto es de interés para nuestra economía, pues nuestro mercado laboral emplea trabajadores por tiempo fijo en su mayoría y no es práctica habitual el trabajo por horas[1].

1 El supuesto contrario al de trabajo indivisible es el modelo de trabajo divisible, en el que se asume que los trabajadores pueden ser contratados por horas.

Otra discusión importante es el rol de la política fiscal en los movimientos del producto. Los trabajos de Christiano y Eichenbaum (1992), Baxter y King (1993), Braun (1994), McGrattan (1994) y Hansen y Wright (1992), muestran que los *shocks* fiscales mejoran la capacidad de los modelos de RBC para replicar la variabilidad del consumo y del producto. En el caso de la economía boliviana, considero que la política fiscal puede resultar muy importante a la hora de explicar los movimientos cíclicos, ya que al tratarse de un país pequeño, abierto internacionalmente y con un esquema de tipo de cambio relativamente fijo, la política fiscal tendría que tener un efecto más importante que, por ejemplo, la política monetaria.

El objetivo de la presente investigación es doble; por un lado pretendo comprobar si la introducción del supuesto de mercado laboral indivisible se adopta mejor a la economía boliviana. El segundo es analizar si la incorporación de *shocks* fiscales ayuda a explicar mejor los hechos estilizados de las variables macroeconómicas. Para este último objetivo parto de un modelo e introduzco choques fiscales de manera simple a la Christiano y Eichenbaum (1992), y posteriormente, introduzco las variables fiscales de modo más estructural a la Ljungqvist y Sargent (2012). Sin embargo, El modelo de *Ljungqvist* y *Sargent* introduce al gasto público de forma determinística, lo que implica que no se pueden introducir *shocks* aleatorios. En este trabajo, incluiré además una versión estocástica de este modelo.

Para este fin, el documento se divide en cuatro partes, en la primera presento los hechos estilizados de las variables macroeconómicas bolivianas; en la segunda, describo el modelo base con el supuesto de mano de obra divisible e indivisible en la función de utilidad y lo calibro para los datos macroeconómicos de Bolivia. Además, presento la introducción del gasto de gobierno a la *Christiano* y *Eichenbaum* para este modelo.

En la tercera parte, describo el modelo fiscal a la *Ljungqvist* y *Sargent*, con trabajo indivisible, y dos variaciones para la forma de introducción de los choques fiscales, uno determinístico y el otro estocástico, la solución de la parte sustancial del modelo y la calibración del mismo para la economía boliviana. La principal diferencia con relación al primer modelo es que este último introduce no sólo el gasto de gobierno sino además la forma en la que éste se financia, vale decir incorporaremos impuestos distorsionadores al capital y a la mano de obra, principalmente. Por último, en la sección cinco presento las conclusiones y comentarios finales.

2. Hechos estilizados de la Economía Boliviana

En esta sección muestro los hechos estilizados de los ciclos económicos de poco más de las últimas cuatro décadas. El Cuadro 1 presenta un resumen estadístico de las series anuales para una muestra desde 1970 hasta 2012[2]. A todas las series se les sacó logaritmos y posteriormente se les extrajo la tendencia utilizando el filtro de *Hodrick-Prescott*. Para cada variable *j* se presenta el porcentaje de su desviación estándar $D.E.\sigma_j$, su desviación estándar relativa a la del producto $\frac{\sigma_j}{\sigma_y}$ y su correlación con el producto $Corr\ (\sigma_j\ ,\ \sigma_y)$.

Cuadro 1
Propiedades estadísticas de los ciclos económicos

Serie	Variable *j*.	*D.E.σj*	*σj/σy*	*Corr(σj,σy)*
Producto	*y*	3.32	-	-
Consumo	*c*	2.86	0.86	0.73
Inversión	*i*	14.81	4.46	0.72
Gasto	*g*	5.26	1.58	0.70

Fuente: Banco Mundial

Las principales conclusiones extraídas de citado cuadro son: todas las variables están positivamente relacionadas con el producto con valores superiores a 70%; el producto es más volátil que el consumo y, la inversión y el gasto presentan mayor variabilidad que el producto, aunque menor a lo encontrado en las economías desarrolladas[3].

Reforzando los resultados del Cuadro 1, el gráfico A) de la Figura 1 muestra los logaritmos de las variables j_s en niveles, es evidente que la inversión y el gasto son más volátiles que el producto y el consumo.

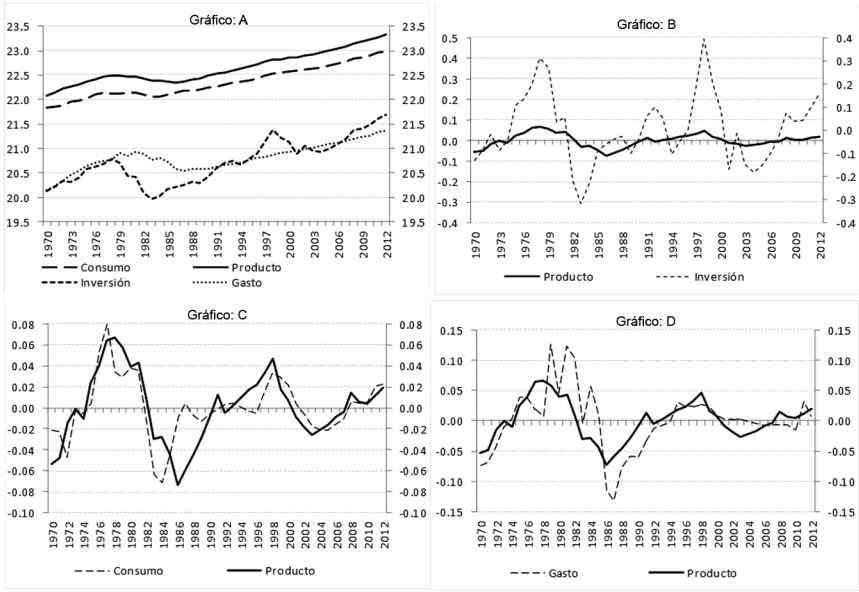
2 Las series provienen del Global *Financial Statistics* del Banco Mundial. Los datos son anuales pues no se cuenta con series largas trimestrales para la economía boliviana.

3 Para los EE.UU (Hansen y Wright, 1992) encuentran, que la variación cíclica del consumo es la mitad de la variación del producto, mientras que, la inversión es tres veces más volátil que el producto.

Las figuras B, C, y D, permiten apreciar la estrecha relación entre los componentes cíclicos del producto agregado con la inversión, el consumo y el gasto, respectivamente.

Queda evidente la fuerte volatilidad de la inversión respecto al producto (Figura 1: gráfico B) y el estrecho co-movimiento del consumo (Figura 1: gráfico C) y el gasto (Figura 1: gráfico D) con relación al producto agregado boliviano.

Figura 1
Ciclos económicos en Bolivia



Fuente: Banco Mundial

3. Mercado laboral e introducción del gasto del gobierno

En esta sección presento el modelo RBC y sus variantes relacionadas al mercado laboral, que me permitirán analizar sus implicaciones relacionadas a los hechos descritos en la sección precedente.

El modelo consta de un gran número de hogares homogéneos cuyo consumidor representativo tiene una estructura de preferencias sobre una secuencia estocástica de consumo c_t y ocio l_t, expresadas en la siguiente función de utilidad: [4]

$$U = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u\,(c_t, l_t) \qquad (1)$$

Donde E_t denota las expectativas y β_t el factor de descuento temporal, además $\beta \in [0,1]$. El hogar dispone de una unidad de tiempo por cada periodo que debe distribuir entre trabajo h_t y ocio, vale decir:

$$l_t + h_t = 1 \qquad (2)$$

Existe una firma representativa de tipo *Cobb-Duglas* con retornos constates a escala que utiliza capital k_t y trabajo h_t para generar la producción y_t:

$$y_t = e^{z_t}\, k_t^{\alpha}\, h_t^{1-\alpha} \qquad (3)$$

Donde α es el parámetro que mide la participación del capital en el producto y z_t representa un choque tecnológico aleatorio, que sigue el siguiente proceso estocástico de primer orden:

$$z_t = \rho z_{t-1} + \epsilon_t \qquad (4)$$

Donde $\rho \in [0,1]$ y ϵ_t es una variable independiente e idénticamente distribuida *(i.i.d)* con media cero, varianza constante y desviación estándar σ_ϵ. Por otra parte, el capital evoluciona de la siguiente forma:

$$k_{t+1} = (1 - \delta)\, k_t + i_t \qquad (5)$$

El parámetro δ mide la tasa de depreciación e i_t representa la inversión. Por último la economía debe satisfacer la siguiente restricción:

$$y_t = c_t + i_t \qquad (6)$$

4 Por conveniencia utilizaremos la función de utilidad $U(C_t, l_t) = log(c_t) + Alog(l_t)$. Donde A se escoge de manera tal que en el estado estacionario las horas trabajadas equivalgan a un tercio, i.e. $h = 1/3$.

El problema a resolver es maximizar la función de utilidad U_t de la ecuación 1 sujeta a las restricciones representadas por las ecuaciones 2 a la 6.

3.1. Trabajo divisible

En esta parte modificamos el modelo base para introducir el supuesto de trabajo indivisible. La idea detrás de este supuesto es que a lo largo del tiempo existe sustitución del trabajo, aspecto que incrementa la elasticidad de corto plazo de la oferta de trabajo.

Para este fin debemos asumir que la función de utilidad tiene la siguiente estructura $U(c_t , l_t) = log(c_t) + Alog(L_t)$.[5] Donde L_t está dada por la siguiente expresión:

$$L_t = \sum_{t=0}^{\infty} a_i \, l_{t-i} \qquad (7)$$

Con las restricción de que la sumatoria debe sumar uno y que además;

$$a_i + 1\,(1 - \eta)\, a_i \qquad (8)$$

En este caso, el problema a resolver es maximizar la función de utilidad U_t de la ecuación 1 sujeta a las restricciones representadas por las ecuaciones 2 a la 8.

3.2. Trabajo indivisible

En esta parte modificamos el modelo base para permitirle contener el supuesto de trabajo divisible, aspecto que permite introducir la idea contraria a la de la sección precedente, i.e. los trabajadores venden períodos completos de trabajo, generalmente de ocho horas, y por lo tanto, existe poca sustitución intertemporal del trabajo. Para este fin la función de utilidad debe reescribirse de la siguiente forma:

---

5 *A* es un parámetro que será calibrado, siguiendo a Hansen y Wright (1992) de modo tal que el nivel de estado estacionario de horas trabajadas sea exactamente $h = 1/3$, que coincide con la fracción de tiempo que generalmente es dedicado al trabajo en los mercados laborales.

$$\tilde{U}_t = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \tilde{u}\,(c_t, H_t) \qquad (9)$$

Donde $\tilde{u}(c_t, H_t) = log(c_t) - H_t$; como en Hansen y Wright (1992) se tiene que $B \equiv \frac{A\log(1 - \tilde{h})}{\tilde{h}} > 0$. Además, $0 < \tilde{h} < 1$ lo que implica que las horas trabajadas pueden ser cero u ocho únicamente. Por último, H_t mide las horas trabajadas per cápita.

El problema a resolver es maximizar la función de utilidad $\tilde{U}_t$ de la ecuación 9, sujeta a las restricciones de las ecuaciones 2 a la 6.

3.3. Introducción del gasto de gobierno

Finalmente, en esta sección introducimos el gasto del gobierno de manera sencilla como en Christiano y Eichenbaum (1992). Asumo que la dinámica del gasto público g_t está gobernada por la siguiente expresión:

$$\log(g_t) = (1 - \lambda)\log(\bar{g}) + \lambda\log(g_t) + \mu_t \qquad (10)$$

Donde, $\lambda \epsilon [0,1]$ y μ_t es una variable *i.i.d* con media cero, varianza constante y desviación estándar σ_μ que además no depende del *shock* tecnológico. Siguiendo a Christiano y Eichenbaum (1992), asumo que el gasto se financia con impuestos de tipo *lump-sum* y que estos no entran, ni en la función de utilidad, ni en la función de producción.[6]

El problema a resolver bajo el supuesto de trabajo divisible es maximizar la función de utilidad Ut de la ecuación 1 sujeta a las restricciones representadas por las ecuaciones 2 a la 8, 10, e intercambiando la ecuación 6 por 11, de la siguiente forma:

$$y_t = c_t + i_t + g_t \qquad (11)$$

6 En la siguiente sección presento un modelo en el que sí se introduce impuestos distorsionantes del consumo y la producción.

En el caso de trabajo indivisible el objetivo es maximizar la función de utilidad $\tilde{U}_t$ de la ecuación 9 sujeta a las restricciones representadas por las ecuaciones 2 a la 5, 10 y 11.[7]

3.4. Calibración de los modelos

La calibración de los parámetros del modelo se presenta en el Cuadro 2. A fue elegida de manera tal que en el estado estacionario $h = 1/3$ y β se extrajo de Valdivia (2008). Debido a que se está analizando datos anuales se consideró $\delta = 10\%$; α proviene de Machicado Salas y Birbuet (2009) y ρ y σ_ϵ se obtuvieron siguiendo a Cerezo (2011). Para los parámetros α_0 y η se utilizó los estimados por Hansen y Wright (1992). Para B se hizo uso de $h = 1/3$ y $A = 3.18$. Finalmente, $\bar{g}$ proviene de la media para todo el período de estudio de los datos $\frac{y_t}{g_t}$ por su parte, λ y σ_μ fueron estimadas mediante una regresión de la ecuación 10.

Cuadro 2
Calibración de los Parámetros del Modelo

Parámetro	Modelo		
	Trabajo Indivisible	Trabajo Divisible	Gasto Gobierno
A	3.188	3.188	3.188
β	0.987	0.987	0.987
δ	0.10	0.10	0.10
α	0.36	0.36	0.36
ρ	0.51	0.51	0.51
α_0	0.35	-	-
η	0.1	-	-
B	-	$-\frac{A\log(\tilde{h})}{\tilde{h}}$	-
$\bar{g}$	-	-	0.16
λ	-	-	0.95
σ_ϵ	0.022	0.022	0.022
σ_μ	-	-	0.039

Fuente: Elaboración propia

7 Por motivos de espacio no se presentan las soluciones de estos modelos que son simples maximizaciones inter temporales.

3.5. Resultados

El Cuadro 3 presenta los resultados de los dos modelos que mejor se ajustaron a las propiedades cíclicas de los datos, que se muestran en la parte A) del mismo cuadro[8]. La parte B) detalla los resultados del modelo que incluye trabajo indivisible y gasto del gobierno, este modelo sobreestima a σ_y y subestima levemente a σ_g. Por otra parte, σ_c es exactamente igual a los datos temporales y σ_i es marginalmente menor. Con relación a las participaciones $\left(\frac{\sigma_j}{\sigma_y}\right)$ estas se subestiman en todos los casos, aunque no de manera considerable para *c* y *g*. La *Corr* (σ_j , σ_y) es cercana en el caso de c, se sobreestima en i y se subestima considerablemente para g.

La parte C) presenta los resultados del modelo que incluye trabajo divisible y gasto del gobierno, este modelo estima de manera cercana a σ_y y de forma precisa a σ_c y subestima a σ_i y a σ_g en la misma proporción que en el modelo con trabajo indivisible. En lo que se refiere a las participaciones $\left(\frac{\sigma_j}{\sigma_y}\right)$, estas se subestiman en todos los casos, aunque no de manera considerable para c y g, pero si lo hacen en el caso de *i*. La Corr $\left(\frac{\sigma_j}{\sigma_y}\right)$ algo menor para *c*, se sobreestima nuevamente en i y se subestima para g de forma más fuerte que en el modelo con trabajo indivisible.

8 Se corrieron los modelos con trabajo indivisible y divisible, cada uno de ellos con y sin la inclusión del gasto del gobierno. Los modelos que incluyeron el gasto público fueron los que mejores resultados mostraron.

Cuadro 3
Resultados versus propiedades cíclicas

Serie	A): Estadísticas de la Serie Temporal			
	Variable *j*	*D.E.*(σ_j)	$\frac{\sigma_j}{\sigma_y}$	*Corr*(σ_j , o_y)
Producto	*y*	3.32	-	-
Consumo	*c*	2.86	0.86	0.73
Inversión	*i*	14.81	4.46	0.72
Gasto	*g*	5.26	1.58	0.70
Serie	B): Trabajo indivisible y Gasto Público			
	Variable *j*	*D.E.*(σ_j)	$\frac{\sigma_j}{\sigma_y}$	*Corr*(σ_j , o_y)
Producto	*y*	4.64	-	-
Consumo	*c*	2.86	0.62	0.69
Inversión	*i*	14.68	3.17	0.95
Gasto	*g*	5.03	1.09	0.41
Serie	C): Trabajo Divisible y Gasto Público			
	Variable *j*	*D.E.*(σ_j)	$\frac{\sigma_j}{\sigma_y}$	*Corr*(σ_j , o_y)
Producto	*y*	3.66	-	-
Consumo	*c*	2.85	0.78	0.64
Inversión	*i*	11.00	3.01	0.94
Gasto	*g*	5.03	1.38	0.33

Fuente: Elaboración del autor

Un resultado destacable de los modelos presentados hasta el momento, es que en Bolivia el mercado laboral puede ser mejor representado mediante el modelo de trabajo indivisible. Este hecho es interesante pues apunta a la hipótesis inicial de que en Bolivia es más común que las empresas empleen mano de obra por periodos fijos de tiempo que por horas.

Otro resultado destacado hasta este punto, es que parece evidente que, para entender los ciclos económicos en Bolivia es imprescindible introducir el gasto público. Una de las posibles explicaciones puede deberse a que al

tratarse de un país pequeño, abierto internacionalmente y con un esquema de tipo de cambio relativamente fijo, la política fiscal tendría que tener un efecto más importante que la política monetaria. Además, al ser el gasto el único instrumento fiscal efectivamente utilizado, es impensable no introducir al gobierno en cualquier modelo RBC.[9] Por lo tanto, se debe buscar introducir al gasto del gobierno bajo otra forma que la propuesta por Christiano y Eichenbaum (1988), ya que en ambos modelos las estimación de σ_g fue menor a la observada en los datos de las series de

tiempo y no se hace uso de una forma realista de financiamiento del gasto vía impuestos distorsionadores. En la siguiente sección hacemos uso de estos dos hallazgos e introducimos al sector fiscal de manera más robusta.

4. Modelo con trabajo indivisible y política fiscal

En esta sección presento un modelo que fue extraído de Ljungqvist y Sargent (2012) y modificado para incorporar *shock* de gasto a la Christiano y Eichenbaum (1992) y trabajo indivisible a la Hansen (1985).

El modelo consta de un gran número de hogares homogéneos. El consumidor representativo tiene una estructura de preferencias sobre una secuencia de consumo c_t y horas trabajadas H_t, expresadas en la siguiente función de utilidad similar a la ecuación 9:

$$\tilde{U}_t = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \tilde{u}\,(c_t\,,\, H_t) \qquad (12)$$

Donde $\tilde{u}(c_t\,,\, H_t) = \log(c_t) - BH_t$. Como en Hansen (1985) $B = \frac{A\log(1 - \tilde{n})}{\tilde{n}} > 0$, además $0 < \tilde{n} < \mathbf{1}$, lo que implica que las horas trabajadas pueden ser cero u ocho únicamente. H_t, por su parte, mide las horas trabajadas per cápita, donde a su vez $H_t = \pi_t \tilde{n}$, siendo π_t la probabilidad que un agente esté empleado en el período t.[10] Además, el agente se enfrenta a la siguiente restricción presupuestaria:

9 A diferencia del caso de economías avanzadas, el instrumento fiscal de impuestos no se ha utilizado en Bolivia como mecanismo para moderar los efectos cíclicos de la economía en todo el periodo analizado.

10 Por motivos de nomenclatura en este modelo $\tilde{n}$ remplaza a $\tilde{h}$ del modelo de la sección 3.

$$\sum_{t=0}^{\infty}\{(1+\tau_{ct})c_t + [k_{t+1} - (1-\delta)k_t]\} \leq \sum_{t=0}^{\infty}\{\eta_t k_t - \tau_{kt}(r_t - \delta)k_t + (1-\tau_{nt})\, w_t n_t - \tau_{ht}\} \qquad (13)$$

La secuencia de variables $\{\tau_{ct}, \tau_{kt}, \tau_{nt}, \tau_{ht}\}_{t=0}^{\infty}$ representa, respectivamente, los impuestos sobre el consumo, las ganancias de capital, las rentas del trabajo y τ_{ht} es un impuesto de suma alzada o *lump-sum tax*; r_t es el rendimiento del capital k_t, por lo que $r_t k_t$ es el rendimiento bruto, w_t es la renta del trabajo y δ es la tasa de depreciación del capital.

Por otra parte, existe una firma representativa que enfrenta una función de producción de tipo *Cobb-Duglas*, con retornos constates a escala, utiliza capital k_t y mano de obra n_t para generar producción y_t :

$$y_t = e^{\tilde{z}_t}\, k_t^{a}\, n_t^{1-a} \qquad (14)$$

Donde α mide la participación del capital en el producto $\tilde{z}_t$ representa un choque tecnológico aleatorio, que sigue el siguiente proceso estocástico similar a la ecuación 4 con ϵ_t siendo una variable *i.i.d.*:

$$z_t = \rho z_{t-1} + \epsilon_t \qquad (15)$$

El proceso de acumulación de capital es exactamente igual a la ecuación 5. Por último, La función de costos totales ct_t, a la que se enfrenta esta empresa, al estar interactuando en un mercado competitivo con cero beneficios, es de la siguiente forma:

$$ct_t = w_t n_t + r_t k_t \qquad (16)$$

En lo que respecta al gobierno, éste se enfrenta a la siguiente restricción presupuestaria intertemporal:

$$\sum_{t=0}^{\infty} g_t \leq \sum_{t=0}^{\infty}\{\tau_{ct} c_t + \tau_{kt}(r_t - \delta)k_t + \tau_{nt} w_t n_t + \tau_{ht}\} \qquad (17)$$

Que indica que el gasto fiscal g_t no deben exceder los ingresos por concepto de: impuesto al consumo $\tau_{ct} c_t$; impuesto al capital, permitiendo deducir de esta el monto correspondiente a la depreciación, $\tau_{kt}(r_t - \delta)k_t$; el impuesto a la renta del trabajo $\tau_{nt} w_t n_t$ y; por un impuesto tipo *lump-sum* o suma alzada τ_{ht}.

Por último, la economía en su conjunto debe satisfacer la siguiente condición general de equilibrio:

$$y_t = c_t + i_t + g_t \qquad (18)$$

4.1. Solución del modelo

El problema del consumidor deberá maximizar las secuencias (c_t , k_{t+1} , n_t) de la ecuación 12 sujeta a 13. La firma maximizará la ecuación 14 sujeta a 16, la acumulación de capital de la ecuación 5 y la condición de equilibrio 18. Ambos considerando la restricción presupuestaria del gobierno de la ecuación 13. De este proceso se obtienen las siguientes condiciones de primer orden:

$$\frac{1}{\beta} = \frac{c_t}{c_{t+1}} \frac{1 - \tau_{ct}}{1 - \tau_{ct+1}} \{(1 - \delta) + (1 - r_t \tau_{kt})\} \qquad (19)$$

$$B = \frac{1}{c_t} \frac{(1 - \tau_{nt})}{(1 - \tau_{ct+1})} \{w_t\} \qquad (20)$$

$$y_t = c_t + g_t + k_{t+1} - (1 - \delta)k_t \qquad (21)$$

Donde, $r_t = z_t \alpha k^{\alpha-1} n^{1-\alpha}$ y $w_t = z_t(1 - \alpha)k^{\alpha} n^{\alpha}$, corresponden a la renta del capital r_t y de la mano de obra w_t.

4.2. Calibración

La calibración de los parámetros de los modelos se presenta en el Cuadro 4. Los valores de $A, h, B, \alpha, \beta, \delta, \rho, \sigma_{\epsilon}, \bar{g}, \lambda$ y σ_{μ} son iguales a los presentados en el Cuadro 2, para el caso del modelo con gasto público determinístico y estocástico.

Las cifras asignadas a τ_{ct} corresponde a la tasa vigentes y que efectivamente se paga de los impuestos a las transacciones (IT) más el impuesto al valor agregado (IVA), τ_{kt} es el pago efectivo del impuesto a las utilidades de las empresas (IUE), τ_{nt} y es pago del impuesto al salario o régimen complementario al IVA (RC-IVA). Finalmente, a τ_{ht} se le asigna cero para el caso de estudio.

Cuadro 4
Calibración de los parámetros

Parámetro	Modelo	
	Gasto Público Determinístico	Gasto Público Estocástico
A	3.188	3.188
β	0.987	0.987
δ	0.10	0.10
α	0.36	0.36
ρ	0.95	0.95
B	$-\frac{A\log(\tilde{n})}{\tilde{n}}$	$-\frac{A\log(\tilde{n})}{\tilde{n}}$
g	0.22	-
λ	0.95	-
τ_c	0.16	0.16
τ_k	0.125	0.125
τ_n	0.06	0.06
σ_μ	-	0.039
σ_ϵ	0.022	0.022

Fuente: Elaboración propia

4.3. Resultados

El Cuadro 5 presenta los resultados del modelo con sus dos variantes en la forma de introducir al gobierno. La tercera columna muestra las desviaciones estándar de las series de tiempo contenidas en el Cuadro 1, la cuarta columna presenta las desviaciones estándar de las variables c_t, i_t y g_t para el caso del modelo de la sección 3 (modelo con gasto público estocástico y trabajo indivisible), y la quinta columna esboza los resultados del modelo fiscal determinístico, presentado en esta sección.

Cuadro 5
Resultados Versus propiedades cíclicas

Serie	Variable *j*	D.E.(σ_j) de:		
		Dato Observado	Gasto Determinístico	Gasto Estocástico
Producto	*y*	3.32	-	-
Consumo	*c*	2.86	2.91	2.86
Inversión	*i*	14.81	14.08	14.68
Gasto	*g*	5.26	1.14	5.03

Fuente: Elaboración propia

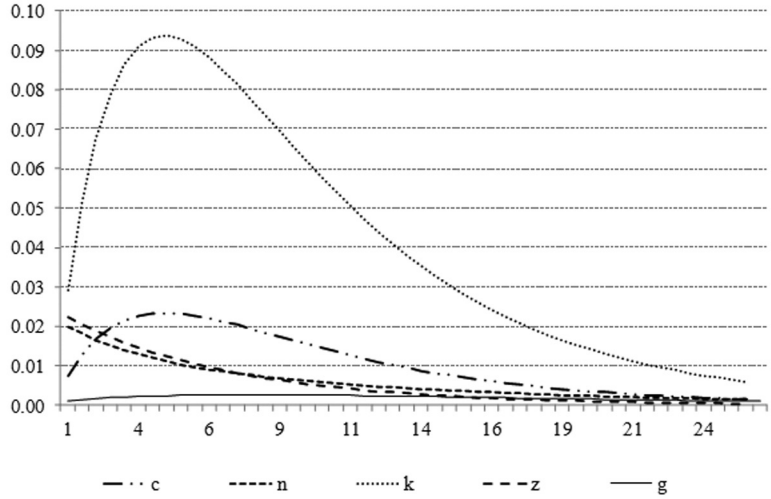
El modelo con gasto público estocástico sobreestima marginalmente a σ_c pero muestra buenas aproximaciones para, σ_i y σ_g. Con relación al modelo con gasto determinístico, σ_c y σ_i fueron estimadas de forma bastante precisa, mientras que, σ_g fue subestimada de manera importante.

4.4. Ejercicios de simulación

El primer ejercicio de simulación lo realizo en el modelo con gasto determinístico. Este modelo implica que el sector fiscal está en equilibrio o se cumple la restricción presupuestaria de la ecuación 17, por este motivo, la única fuente de perturbación proviene de la tecnología $\tilde{z}_t$ de la ecuación 14.

La Figura 2 presenta las fusiones impulso respuesta (FIR) ante un shock tecnológico. La variable que mide la tecnología z_t se mueve en la magnitud del choque tecnologico σ_ϵ (0.022) y decae monotónicamente debido a su estructura de larga memoria. El capital k permanece fijo en el primer periodo y luego se incrementa hasta alcanzar su pico en el periodo cinco, a partir de ese punto comienza a descender.

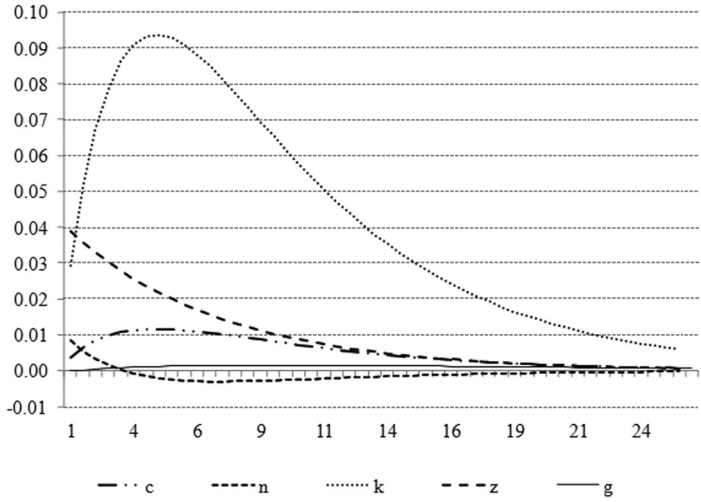
Figura 2
Modelo con gasto determinístico: efectos de un *schock* tecnológico



El consumo *c* también aumenta aunque en menor medida que la acumulación de capital, resultado coherente con los datos estadísticos que muestran que la desviación estándar de la inversión es casi seis veces mayor, Cuadro 5. La mano de obra *n* aumenta inicialmente y luego compensa este aumento con una caída por debajo de cero para estabilizarse hacia el final del periodo de análisis. Por último, el gasto *g* permanece casi invariante.

El segundo ejercicio de simulación lo realizo en el modelo con gasto estocástico. Este modelo implica que el sector fiscal también está en equilibrio, se cumple la restricción presupuestaria de la ecuación 17, pero ahora el gasto puede experimentar cambios en base a la estructura propuesta en la ecuación 10. Debido a que he supuesto que *Corr* ($\sigma_\epsilon, \sigma_\mu$) = 0, i.e. los *shocks* fiscales y tecnológicos no están correlacionados, por este motivo, los efectos de estos dos *shocks* se presentan en las Figuras 3 y 4.

Figura 3
Modelo con gasto estocástico: efectos de un Schock tecnológico

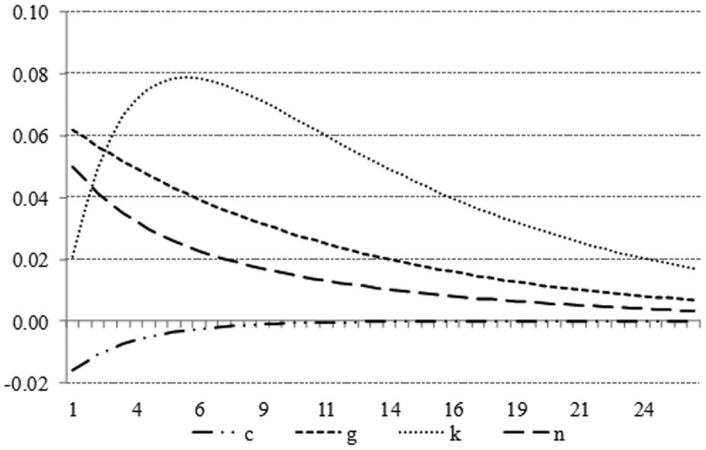


La Figura 3 presenta las FIR ante el shock tecnológico. Al igual que en el ejercicio anterior, la variable que mide la tecnología *A* se eleva en la magnitud del shock y decae monotónicamente, el capital *k* permanece fijo en el primer periodo, luego se incrementa y decae una vez alcanzado su pico. Del mismo modo, el consumo *c* aumenta en menor magnitud que *k* e incluso en menor magnitud que en el modelo precedente. Por su parte, la mano de obra *n* se incrementa inicialmente y *g* permanece casi invariante.

Finalmente, la Figura 4 presenta las FIR de un incremento o *shock* en el gasto público. El gasto se incrementa en menor proporción a σ_{μ} y debido a la estructura dinámica de *g*, plasmada en la ecuación 10, posteriormente a alcanzado su máximo decae monotónicamente. El capital *k* permanece estable inicialmente y luego se incrementa y decae una vez alcanzado su pico.

En este caso el consumo *c*, éste cae inicialmente y luego retorna a su nivel inicial, la mano de obra *n* se incrementa inicialmente y luego decae, aunque no por debajo de cero.

Figura 4
Modelo con gasto estocástico: efectos de un *schock* fiscal



Un resultado interesante de esta simulación es el comportamiento del consumo y de la acumulación de capital. El incremento en *g* genera un incremento en la acumulación de capital pero a su vez y para mantener el equilibrio del modelo, ecuación 18, el consumo debe caer, mostrando un posible efecto de desplazamiento *crowding-out* del consumo privado por el incremento del consumo público.

5. Conclusiones y comentarios finales

En este trabajo he presentado algunas extensiones del modelo RBC con gasto fiscal y trabajo indivisible y he analizado en qué medida cada uno de ello, contribuye a captar las características temporales de los ciclos económicos de la economía boliviana. Algunos de los hechos destacables son:

- Para entender los ciclos económicos en Bolivia es imprescindible introducir el gasto público. Una de las posibles explicaciones puede deberse a que al tratarse de un país pequeño, abierto internacionalmente

y con un esquema de tipo de cambio relativamente fijo, la política fiscal tendría que tener un efecto más importante que por ejemplo la política monetaria. Además al ser el gasto el único instrumento fiscal es impensable no introducir al gobierno, representado por la política fiscal, en cualquier modelo RBC. La introducción del gasto del gobierno bajo otra forma que la propuesta por Christiano y Eichenbaum (1988) dio resultados más cercanos a los datos que el propuesto por Ljungqvist y Sargent (2012), lo que implica que es mejor asumir que el gasto puede ocasionar *shocks* en la economía de larga duración.

- El modelo con trabajo indivisible sobrestimó a σ_y y estimó con bastante precisión a σ_c y a σ_i , mientras que, en el modelo con trabajo divisible σ_y y σ_c dieron resultados muy cercanos a los hechos estilizados, pero, el modelo subestimó σ_i. Lo que me lleva a concluir que en Bolivia el mercado laboral puede ser mejor representado mediante el modelo de trabajo indivisible. Este hecho es interesante pues apunta a la hipótesis inicial de que en Bolivia es más común que las empresas empleen mano de obra por periodos fijos de tiempo que por horas.

Referencias bibliográficas

Aguirre, S.C. (2011). Un modelo de equilibrio general dinámico estocástico para el análisis de la política monetaria en Bolivia. *Revista de Análisis del BCB, 13* (1), 49- 89.

Baxter, M. y King, R.G. (1993). Fiscal policy in general equilibrium. *The American Economic Review,* 315-334.

Baxter, M. y King, R.G. (1999). Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series. *Review of economics and statistics, 81* (4), 575-593.

Braun, R.A. (1994). Tax disturbances and real economic activity in the postwar United States. *Journal of Monetary Economics, 33* (3), 441-462.

Burns, A.F. y Mitchell, W.C. (1946). Secular and discontinuous changes in cyclical behavior. *In Measuring Business Cycles, pp. 390-423. NBER.*

Christiano, L.J. y Eichenbaum, M. (1992). Current real-business-cycle theories and aggregate labor-market fluctuations. *The American Economic Review,* pp. 430-450.

Hansen, G.D. (1985). Indivisible labor and the business cycle. *Journal of monetary Economics, 16* (3), 309-327.

Hansen, G.D. y Wright, R. (1992). The labor market in real business cycle theory. *Real Business Cycle: A Reader, 168.*

Kydland, F.E. y Prescott, E.C. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica: Journal of the Econometric Society,* pp. 1345-1370.

Ljungqvist, L. y Sargent, T.J. (2012). *Recursive macroeconomic theory*. MIT press.

Long Jr, J.B. y Plosser C.I. (1983). Real business cycles. *The Journal of Political Economy,* pp. 39-69.

Machicado, C.G. y Birbuet, J.C. (2009). *Misallocation and manufacturing TPF in the market liberalization period of Bolivia*. Technical report, Development Research Working Paper Series.

McGrattan, E.R. (1994). The macroeconomic effects of distortionary taxation. *Journal of Monetary Economics, 33* (3), 573-601.

Rogerson, R. (1988). Indivisible labor, lotteries and equilibrium. *Journal of monetary Economics 21* (1), 3-16.

Valdivia, D. (2008). *¿Es importante la fijación de precios para entender la dinámica de la inflación en Bolivia?* Technical report, Institute for Advanced Development Studies.

Palabras claves

- Modelos de fluctuaciones cíclicas
- Gasto fiscal

Clasificación JEL

E320, E620

Martín F. Palmero Pantoja

Licenciado en Economía de la Universidad Católica de Bolivia; master en Desarrollo Económico de la Universidad Carlos III de Madrid, y en Economía de programas conjuntos de la Universidad de Ginebra y la Universidad de los Andes.

Es miembro de la Asociación de Economía de América Latina y el Caribe, la Sociedad Económica de Bolivia y la Academia Boliviana de Ciencias Económicas; y es el Especialista Económico de la Embajada de Estados Unidos en La Paz, Bolivia.