

Pronósticos del Producto de Caldas con Base en la Utilización de Indicadores Sintéticos Incorporados en un Modelo VEC.

**Jorge Enrique Muñoz Ayala
Mauricio Perfetti del Corral**

Problema

Incertidumbre en el comportamiento de la economía en la coyuntura. (Rezago de dos a tres años en la disposición estadística de la serie del PIB regional).

Objetivo

Minimizar la incertidumbre en la coyuntura. Para ello se construye un indicador global de coyuntura que permite producir, en un modelo, una serie del PIB sin rezagos. Luego, con dicha serie, es posible predecir el comportamiento de corto plazo de la economía caldense.

Metodología

El objetivo se puede cumplir de dos formas:

- Utilizando indicadores adelantados**
- Construyendo un modelo de serie de tiempo (Box-Jenkins)**
- Construyendo un modelo econométrico indexando un indicador contemporáneo consistente (Método Híbrido).**

Metodología

La metodología que se propone parte del siguiente supuesto:

$$X_{it} = S_{it} + V_{it} + C_{it} + \varepsilon_{it} \quad t = 1, 2, \dots, T$$

donde: X_{it} : es cualquier serie de tiempo i

S_{it} : es la componente estacional,

V_{it} : es la tendencia,

C_{it} : es el ciclo y

ε_{it} : es un componente irregular, y suponemos que

$$\varepsilon_t \sim \text{i.i.d.}(0, \sigma^2)$$

Entonces, si es posible construir indicadores que se aproximen al comportamiento de las componentes C_t y V_t de la serie del PIB, entonces es posible decir que se tiene una proxy del PIB sin rezagos.

$$\text{si } Z_t \approx V_t \quad \wedge \quad M_t \approx C_t \quad \Rightarrow \quad Z_t + M_t = P_t \approx \text{PIB}_t = V_t + C_t$$

Procedimiento

La parte operativa se divide en cuatro etapas:

1. **Identificación de las Series**
2. **Construcción de Indicadores**
 - * **Indicador de Corto Plazo (M_t)**
 - * **Indicador de Largo Plazo (Z_t)**
 - * **Indicador Global (P_t)**
3. **Verificación de las propiedades de las series P_t y el PIB (Orden de integración, cambio estructural, estimación del vector de cointegración).**
4. **Identificación, estimación y verificación del modelo VAR con restricciones de largo plazo (VEC). Análisis de resultados: experimentos impulso-respuesta, contraste del modelo con los supuestos de las variables en un escenario de crecimiento.**

Primera Etapa (Identificación de las Series):

- Utilización del filtro mecánico de Hodrick y Prescott (1980), con parámetro de suavización $\lambda = 80-120$.
- Se analizó el comportamiento cíclico de 22 series mas 3 series en crecimientos.

Coefficientes de Correlación

Ciclo de la Variable	Ciclo del PIB de Caldas	Estadística	Probabilidad
Producción Cafetera ^a	0.507	3.277	0.998
IPC de Manizales ^b	0.458	2.872	0.993
Exportaciones de Caldas ^c	0.225	1.287	0.792
PIB Nacional ^d	0.322	1.891	0.932
Pronósticos de Café ^e	0.622	4.421	0.999
Ocupados en Manizales ^f	0.600	4.177	0.999

a: Producción Registrada en miles de sacos de 60 kg. Fuente: FEDERACAFE

b: Base 100 = 1998. Fuente: DANE. Observatorio de Coyuntura Económica, CRECE

c: Miles de U\$ FOB. Fuente: Observatorio de Coyuntura Económica, CRECE.

d: Millones de pesos de 1994. Fuente: DNP

e: Para el Dpto de Caldas. Miles de sacos de 60 Kg. Fuente: Comité de Cafeteros de Caldas

f: Septiembres de cada año. Fuente: ENH-Diferentes etapas

Cálculos propios

Segunda Etapa (Construcción de Indicadores):

Indicador de Corto Plazo (M_t):

Sea C_{jt} y V_{jt} el ciclo y tendencia respectivamente de una variable X_{jt} que está positivamente correlacionada con el ciclo del PIB, $[C_t]$, entonces:

sí $X_{jt} < V_{jt}$ entonces $C_{jt} = 1$ y cero en cualquier otro caso

Con las variables cíclicas transformadas a valores (0,1) se construye una matriz $[A]$. Cada fila de esta matriz indica el número de eventos críticos en cada uno de los periodos de acuerdo con todas las variables C_j . Cada columna no es más que el reflejo del evento de que una variable esté por encima o por debajo de su tendencia. La construcción de M_t se deriva de:

$$M_t = \sum_{j=1}^k C_{jt} = [c_{1t} + c_{2t} + c_{3t} \dots c_{kt}] \quad ; k = \# \text{ de columnas de la matriz } A$$

M_t es un vector columna de tamaño $T \times 1$, que tendrá valores máximos en $M_t = k$ (crisis general) y mínimos en $M_t = 0$ (auge general).

Indicador de Largo Plazo (Z_t):

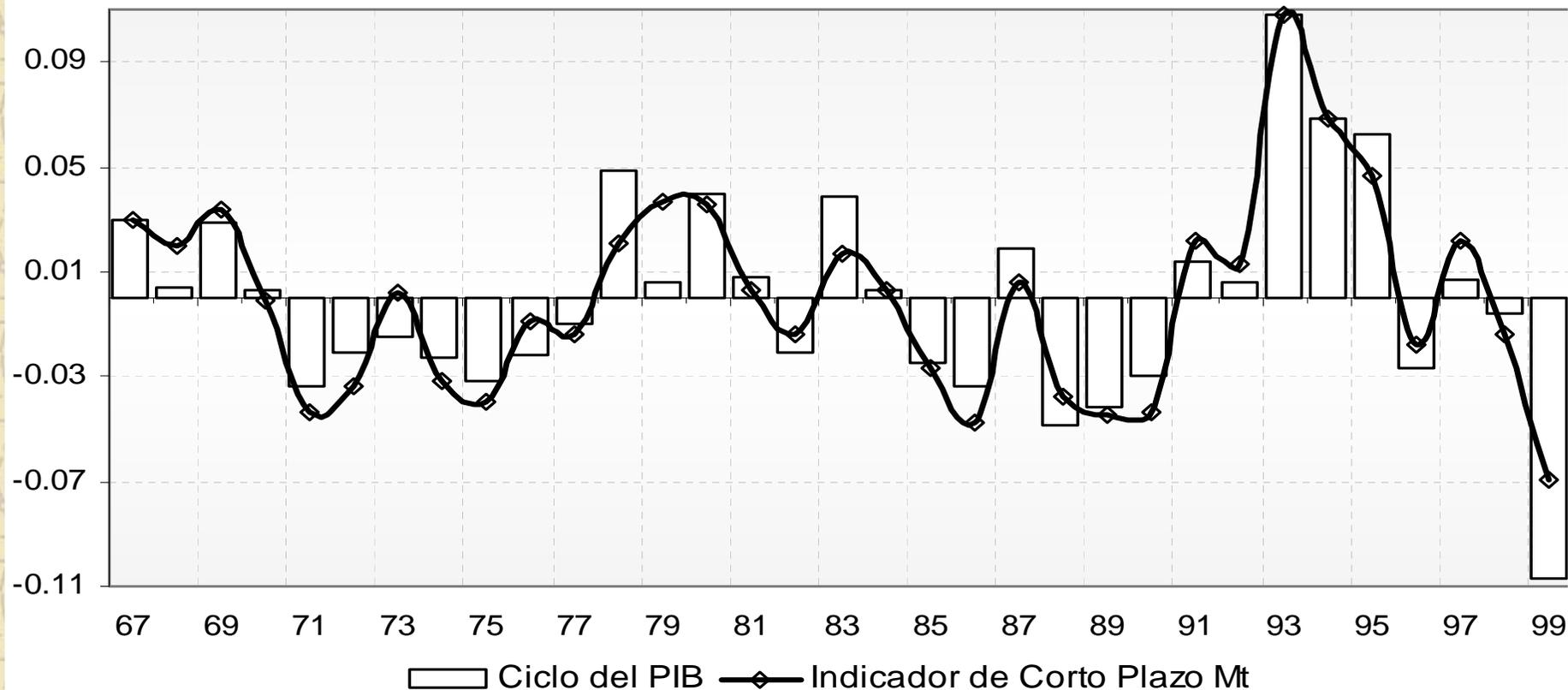
Para la construcción del indicador proxy de la tendencia del producto de Caldas (V_t) se utilizó el mecanismo de análisis factorial sobre la tendencia de las variables (X_{jt}). Según la teoría estadística del análisis factorial:

$$\sigma_{gi_T}^2 = f(\sigma_{gi_E}^2, \sigma_{gi_C}^2)$$

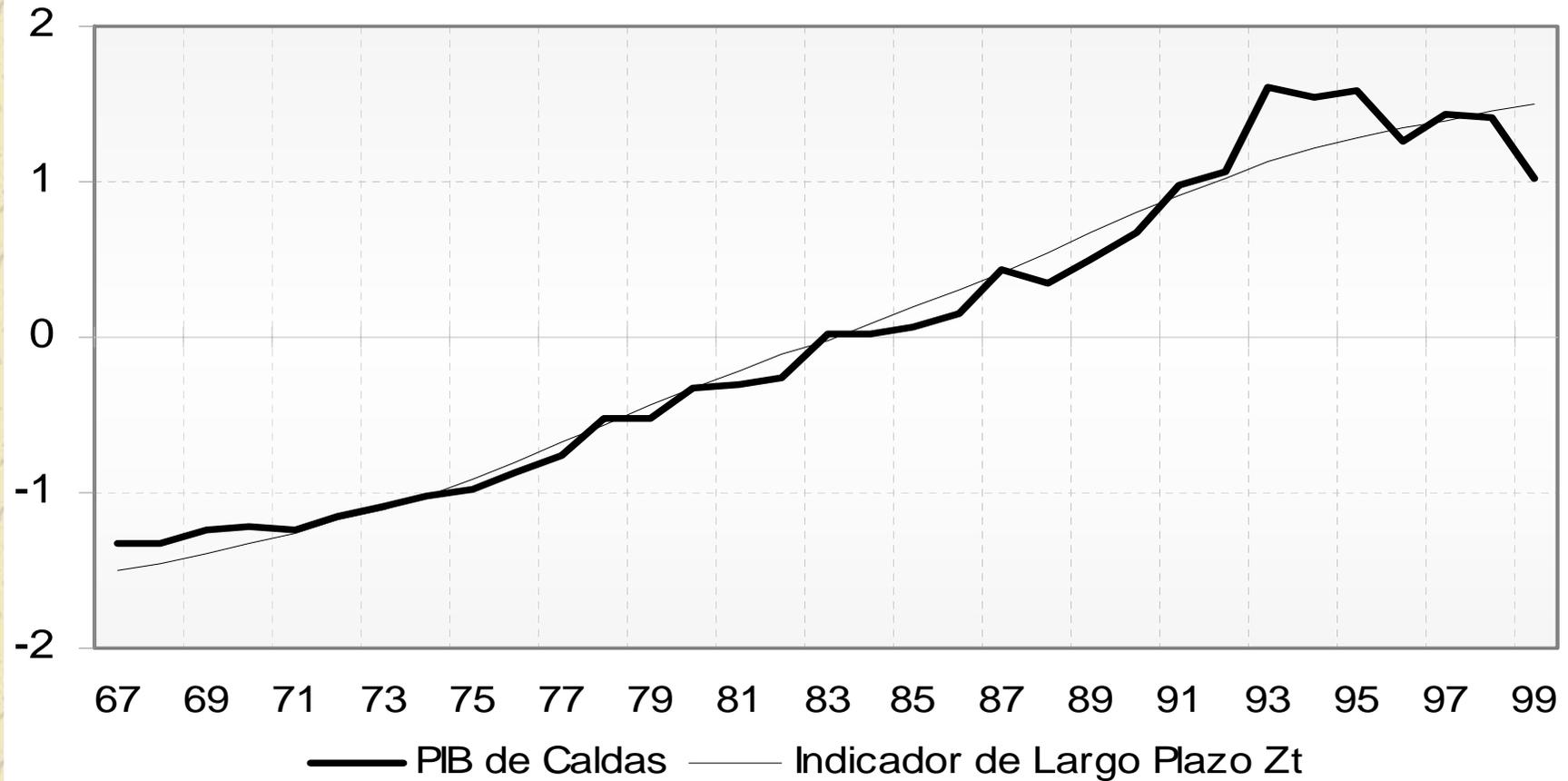
Resultados

En general la construcción de los indicadores sintéticos de corto y largo plazo presentó buenos resultados, esto permitió construir un indicador global y, cuya dinámica, se aproxima a la dinámica de la serie del PIB.

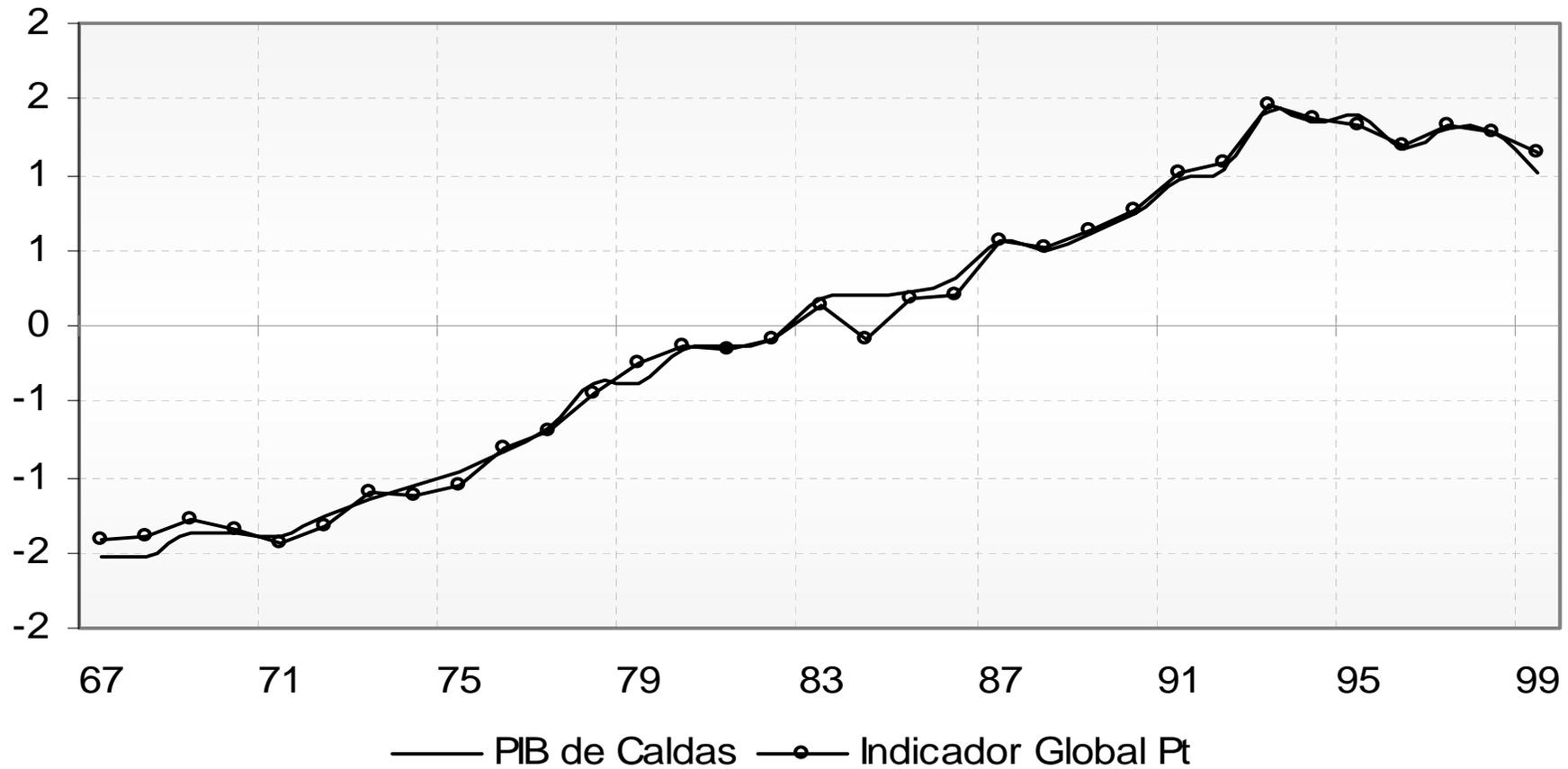
Indicador de Corto Plazo (Mt)



Indicador de Largo Plazo (Z_t)



Indicador Global (P_t) vs PIB



Tercera Etapa (Propiedades de las Series P_t y PIB_t):

En resumen, la serie del indicador Global y la serie del PIB de Caldas presentan las propiedades necesarias para poder construir un modelo VAR en diferencias con restricciones de largo plazo (VEC):

- 1. Ambas series presentan cambio estructural tanto en media como en intercepto en el mismo año (1993).**
- 2. Ambas series presentan raíz unitaria en niveles y son estacionarias en su primera diferencia, es decir son $I(1)$.**
- 3. Las series son cointegradas de orden $CI(1,1)$, lo que significa que existe una relación de largo plazo entre ambas variables.**

Cambio Estructural y Estacionariedad

Prueba de Perron para cambio estructural y estacionariedad.

Modelo A: $y_t = \mu_1 + \delta D(T_B)_t + (\mu_2 - \mu_1)DU_t + \beta_1 t + y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \omega_i \Delta y_{t-i} + e_t$												
	T	λ	k	μ_1	δ	γ	α	β	θ	Perron- $t_\alpha^{(b)}$	Conclusión	Quiebre
log (PIB)_t	33	0.81	0	2.391	0.090	-0.071	0.821	0.007	-	-3.99	No estacionaria	Intercepto
				1.253	2.160	-2.877	-1.237	1.313	-			
P_t	33	0.81	0	0.021	0.075	-0.034	1.009	-	-	-3.99	No estacionaria	Intercepto
				3.572	2.640	-1.991	0.307	-	-			
Modelo B: $y_t = \mu + \delta D(T_B)_t + \beta_1 t + (\beta_2 - \beta_1)DT^*_t + y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \omega_i \Delta y_{t-i} + e_t$												
	T	λ	k	μ	δ	γ	α	β	θ	Perron- t_α^a	Conclusión	Quiebre
log (PIB)_t	33	0.81	0	6.360	0.091	-	0.520	0.019	1.484	-4.38	No estacionaria	Media
				4.206	3.156	-	-4.186	4.222	6.531			
P_t	33	0.81	0	-0.120	0.078	-	0.665	0.008	1.111	-4.38	No estacionaria	Media
				-3.103	3.495	-	-3.458	3.685	4.037			
Modelo C: $y_t = \mu_1 + \delta D(T_B)_t + (\mu_2 - \mu_1)DU_t + \beta_1 t + (\beta_2 - \beta_1)DT_t + y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \omega_i \Delta y_{t-i} + e_t$												
	T	λ	k	μ_1	δ	γ	α	β	θ	Perron- $t_\alpha^{[c]}$	Conclusión	Quiebre
log (PIB)_t	33	0.81	0	6.348	0.091	-21.178	0.521	0.019	1.479	-4.04	No estacionaria	Intercepto + Media
				3.988	3.008	-5.051	-3.972	4.085	5.034			
P_t	33	0.81	0	-0.134	0.082	0.009	0.625	0.009	1.194	-4.04	No estacionaria	Intercepto
				-2.824	3.456	0.530	-3.027	3.363	3.732			

Los números debajo los coeficientes corresponden al t -estadístico apropiado. La hipótesis nula para μ , μ_1 , γ , β y θ

es que los coeficientes son iguales a cero. Para α la hipótesis nula es que $\alpha=1$.

T = Número de Observaciones, λ = proporción de observaciones después de ocurrir el cambio estructural,

K = Número de rezagos

a(b)[c]: Valores críticos calculados por Perron al 1%(2.5%)[5%] de significancia.

$\gamma = (\mu_2 - \mu_1)$

$\theta = (\beta_2 - \beta_1)$

Cálculos propios

Cointegración

Resultados Análisis de Cointegración. Prueba de la Traza

		Modelo 1			Modelo 2			Modelo 3		
H ₀	H ₁	Traza *	5%	1%	Traza *	5%	1%	Traza *	5%	1%
Rezago 1										
r=0	r>=1	25.59	19.96	24.60	6.50	15.41	20.04	8.42	25.32	30.45
r=1	r=2	6.20	9.24	12.97	0.00	3.76	6.65	0.03	12.25	16.26
Rezago 2										
r=0	r>=1	19.83	19.96	24.60	6.20	15.41	20.04	11.32	25.32	30.45
r=1	r=2	4.81	9.24	12.97	1.34	3.76	6.65	1.57	12.25	16.26
Rezago 3										
r=0	r>=1	8.81	19.96	24.60	3.70	15.41	20.04	7.05	25.32	30.45
r=1	r=2	2.94	9.24	12.97	0.14	3.76	6.65	0.27	12.25	16.26

* Como sugieren Cheung y Lai (1993), los valores de la Traza se ajustaron por muestra pequeña por el factor $(T-Lk)/T$ donde T es el número de observaciones, L el número de rezagos incluidos y k el número de variables en el sistema.

Los valores sombreados corresponden a los valores críticos

Cálculos propios

Valores propios, pruebas de máximo valor propio λ_{\max} y de la traza λ_{traza} . Modelo 3 con 1 rezago

Eigenvalue	λ_{\max}	λ_{traza}^*	H ₀	H ₁	λ_{\max}	V.C. (5%)	λ_{traza}	V.C. (5%)
0.446	18.33	24.43	r=0	r=1		15.75		20.17
0.179	6.10	6.10	r=1	r=2		9.09		9.09

* Como sugieren Cheung y Lai (1993), los valores de la traza y del máximo valor propio se ajustaron por muestra pequeña por el factor $(T-Lk)/T$ donde T es el número de observaciones, L el número de rezagos incluidos y k el número de variables en el sistema.

Cálculos propios

Cuarta Etapa (Construcción del Modelo):

Vector de Cointegración Estimado:

$$\beta = \{\beta_0, \beta_1, \beta_2\} = \{-13.6792281826, 1, -1.67239128093\}$$

(0.22491) (0.22216)

El modelo VEC:

$$\Delta \ln(\text{PIB}_t) = \alpha_{\text{PIB}} (\ln(\text{PIB}_{t-1}) - \beta_2 P_{t-1} - \beta_0 \mu) + \alpha_{11} \Delta \ln(\text{PIB}_{t-1}) + \alpha_{12} \Delta P_{t-1} + \delta_{13} \text{DTB}_t + \gamma_{14} \text{DU}_t + \varepsilon_{\text{PIB}t}$$

$$\Delta P_t = \alpha_P (\ln(\text{PIB}_{t-1}) - \beta_2 P_{t-1} - \beta_0 \mu) + \alpha_{21} \Delta \ln(\text{PIB}_{t-1}) + \alpha_{22} \Delta P_{t-1} + \delta_{23} \text{DTB}_t + \gamma_{24} \text{DU}_t + \varepsilon_{\text{P}t}$$

Resultados

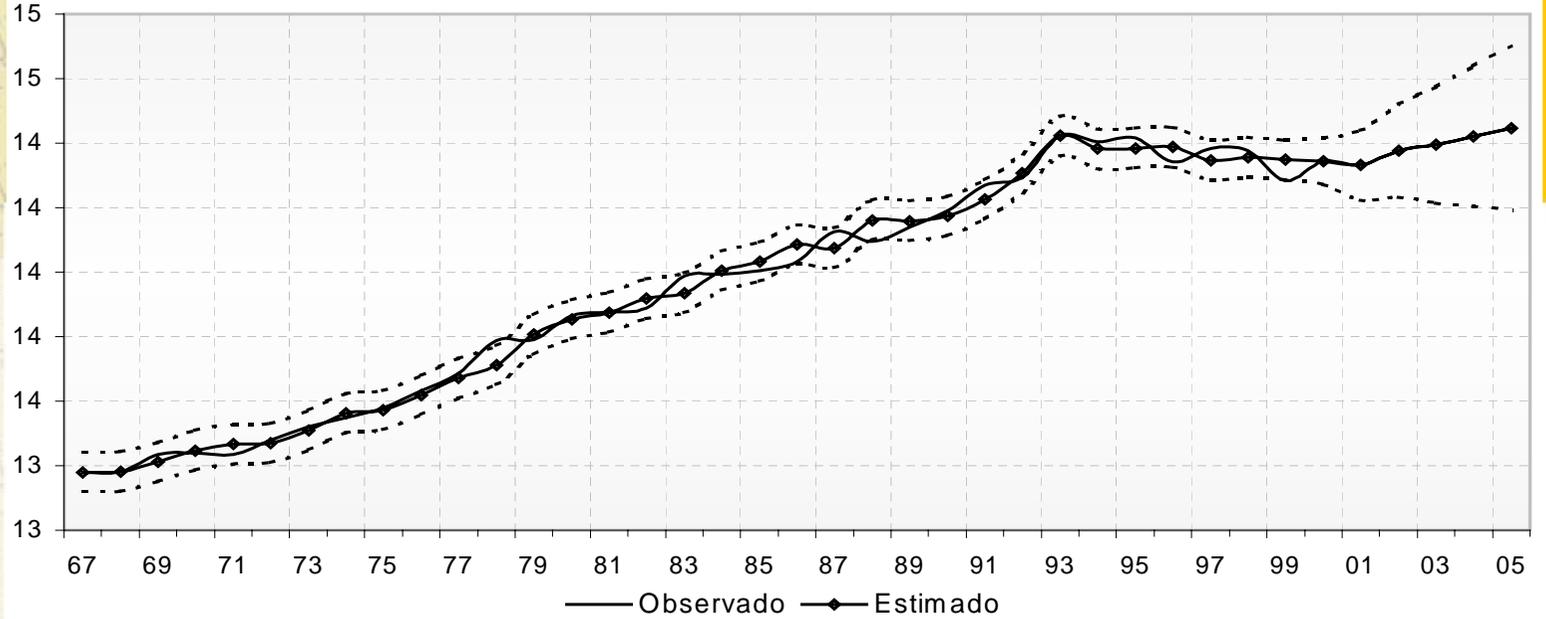
La estimación del modelo es:

$$\Delta y_t = \begin{pmatrix} \Delta(\ln(\text{PIB}_t)) \\ \Delta(P_t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.25679 \\ (0.05419) \\ 0.16491 \\ (0.03656) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ln(\text{PIB}_{t-1}) - 1.672391 * P_{t-1} - 13.679228 \\ (0.22216) & (0.22491) \end{pmatrix} +$$

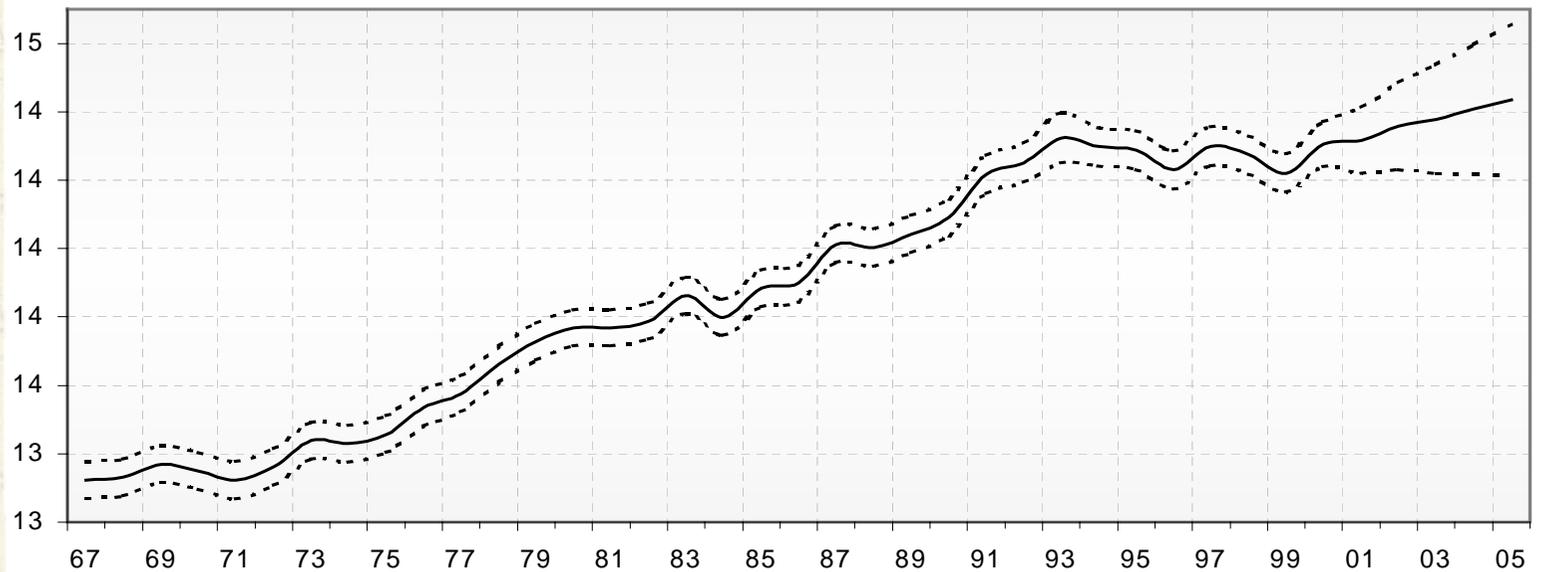
$$\begin{pmatrix} -0.70888 & 0.77095 \\ (0.29598) & (0.39627) \\ -0.26667 & 0.12860 \\ (0.19970) & (0.26737) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta(\ln(\text{PIB}_{t-1})) \\ \Delta(P_{t-1}) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0.09543 & -0.05150 \\ (0.03793) & (0.01617) \\ 0.07836 & -0.02639 \\ (0.02559) & (0.01091) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \text{DTB}_t \\ \text{DU}_t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{\text{PIB}_t} \\ \varepsilon_{P_t} \end{pmatrix}$$

Resultados

Ln[PIB de Caldas] (Pesos de 1994). (± 2 S.E.)

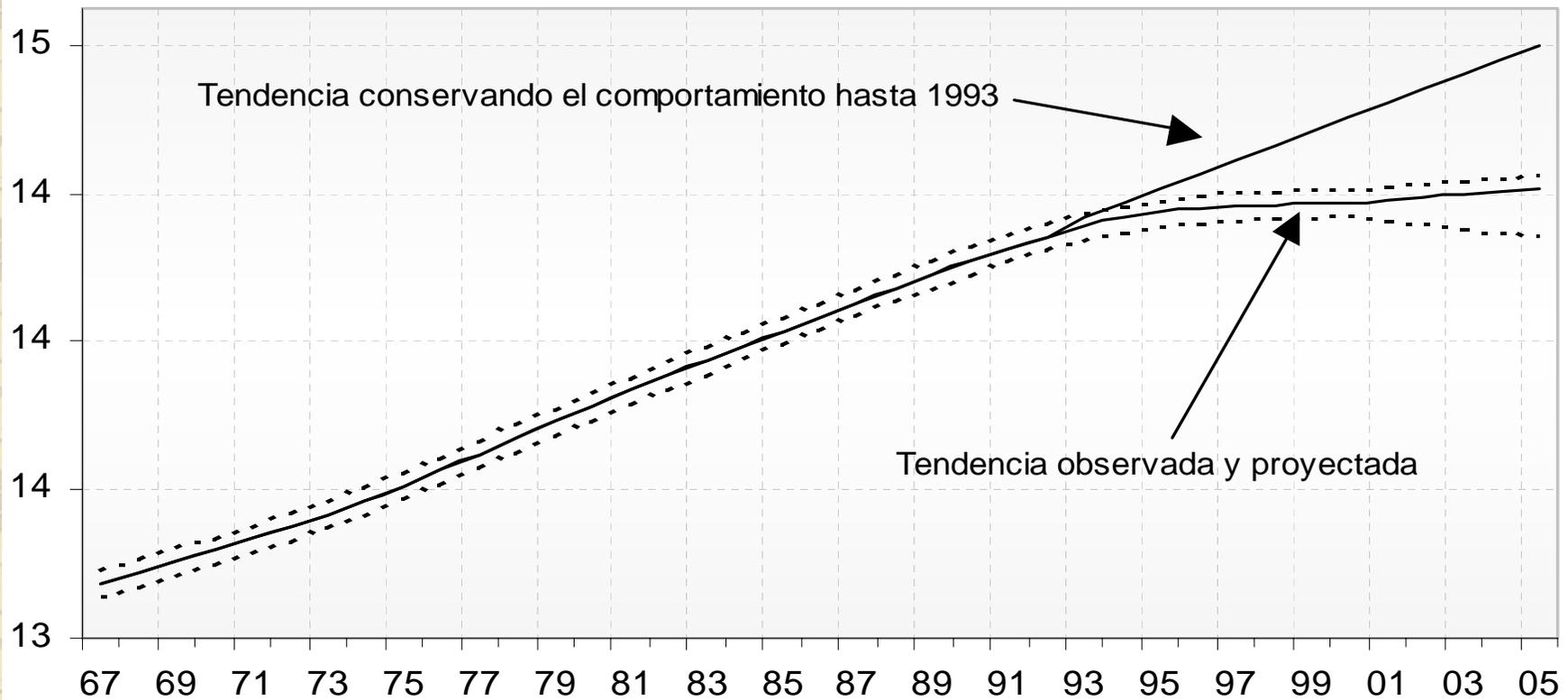


Ln[PIB de Caldas de Largo Plazo]. (± 2 S.E.)



Cambio estructural

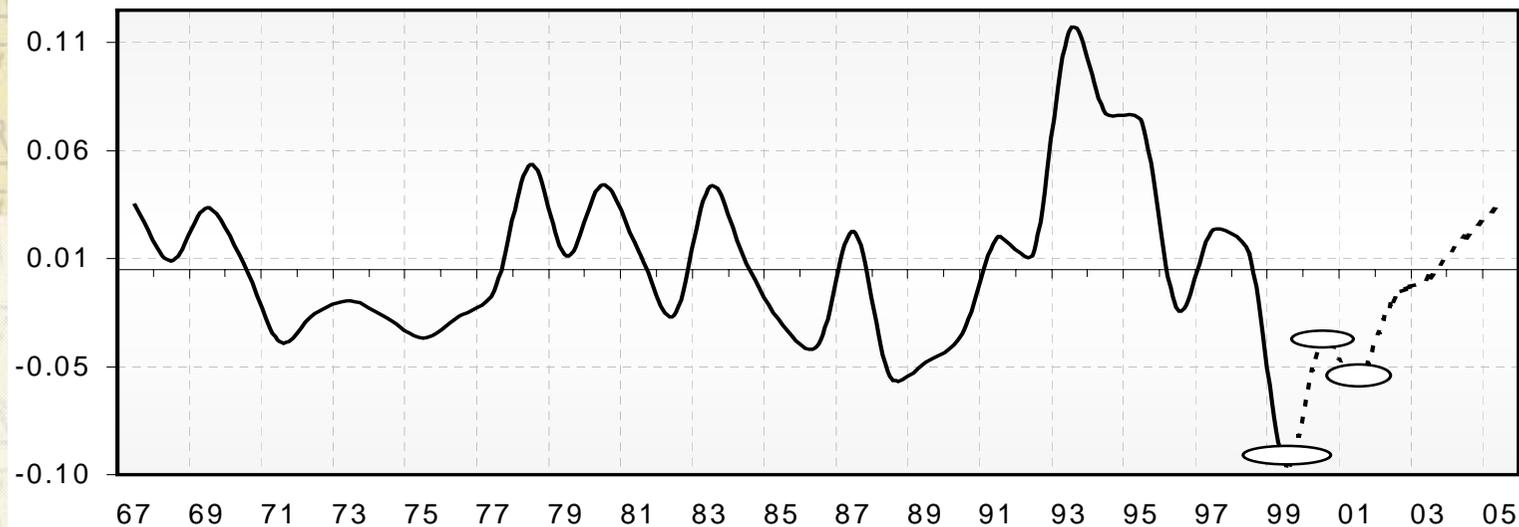
Quiebre de Tendencia del Producto de Caldas (± S.E.)



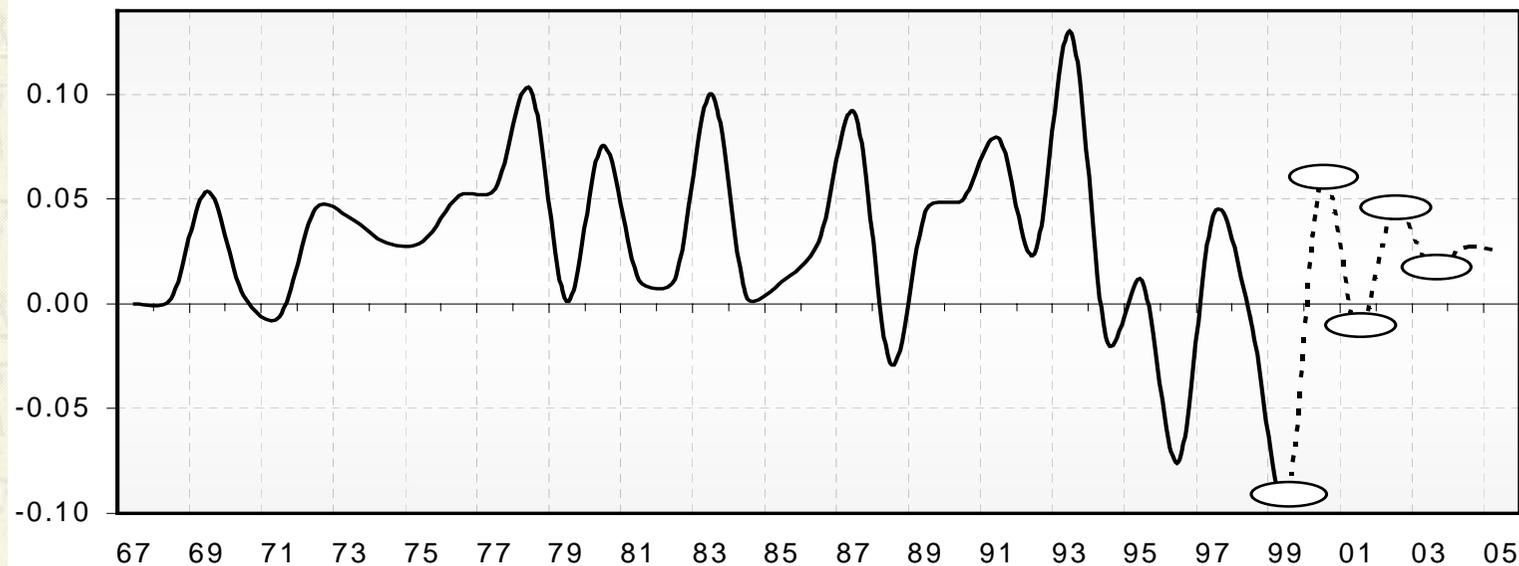


Puntos de Giro Estimados

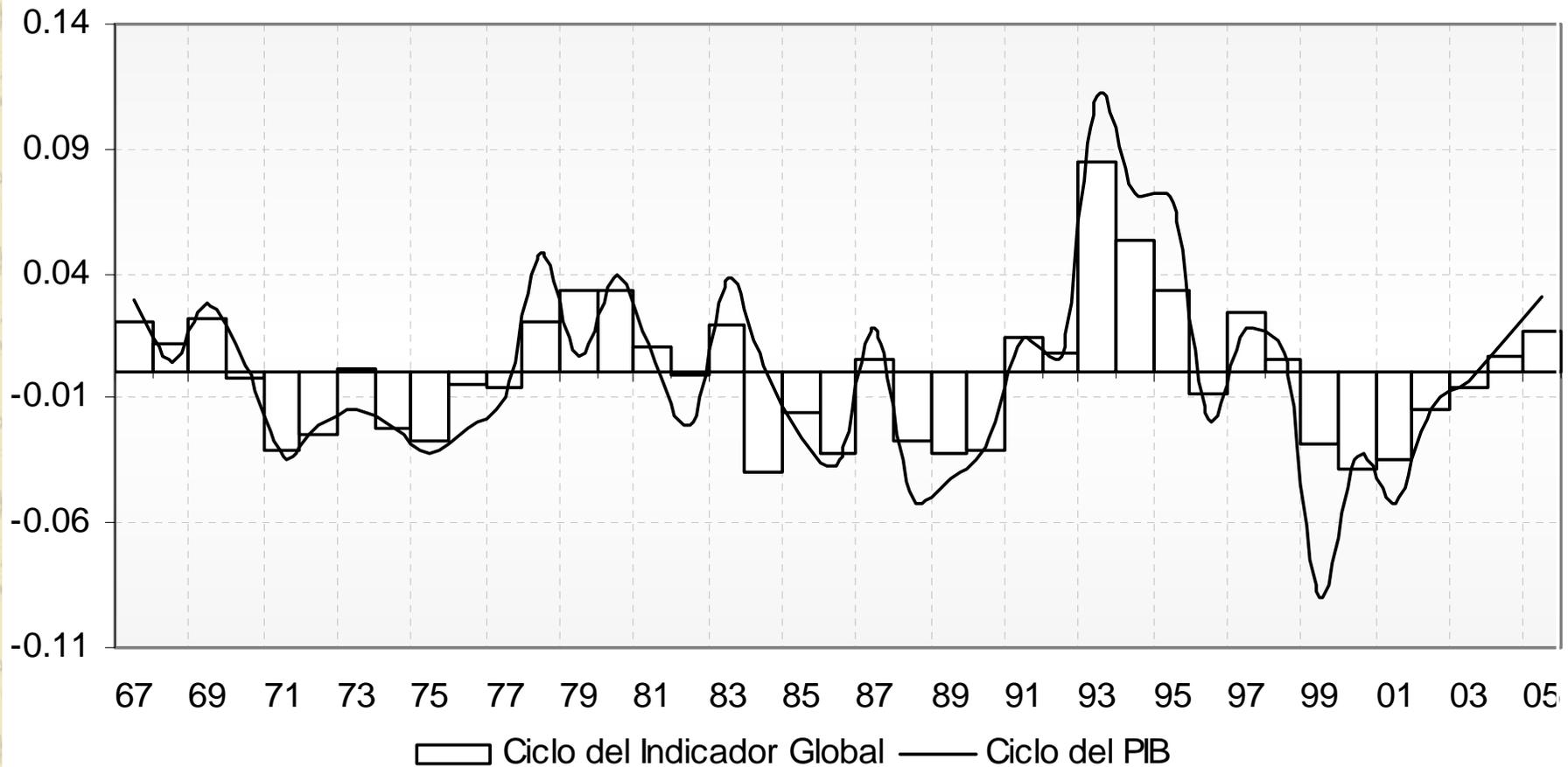
Ciclo del Producto de Caldas. Puntos de giro estimados fuera de muestra.



Crecimiento del Producto de Caldas. Puntos de giro estimados fuera de muestra.



Ciclo del PIB vs Ciclo del Indicador Global de Coyuntura Económica



Pronósticos

Producto de Caldas y estimaciones de Corto y Largo plazo*

Año	PIB	Crecimiento	PIB Largo Plazo ^a	Crecimiento	Desviación de Corto Plazo ^b
1990	\$ 1,315,620	4.9%	\$ 1,355,577	3.7%	\$ 39,956
1991	\$ 1,424,212	7.9%	\$ 1,403,354	3.5%	\$ 20,858
1992	\$ 1,458,351	2.4%	\$ 1,447,859	3.1%	\$ 10,492
1993	\$ 1,660,822	13.0%	\$ 1,486,940	2.7%	\$ 173,882
1994	\$ 1,631,805	-1.8%	\$ 1,518,425	2.1%	\$ 113,380
1995	\$ 1,650,493	1.1%	\$ 1,541,807	1.5%	\$ 108,686
1996	\$ 1,530,071	-7.6%	\$ 1,557,831	1.0%	\$ 27,760
1997	\$ 1,597,591	4.3%	\$ 1,568,474	0.7%	\$ 29,117
1998	\$ 1,587,371	-0.6%	\$ 1,575,563	0.5%	\$ 11,808
1999	\$ 1,444,643	-9.4%	\$ 1,581,286	0.4%	\$ 136,643
2000	\$ 1,535,149	6.1%	\$ 1,587,991	0.4%	\$ 52,842
2001	\$ 1,516,095	-1.2%	\$ 1,596,628	0.5%	\$ 80,533
2002	\$ 1,584,613	4.4%	\$ 1,607,625	0.7%	\$ 23,012
2003	\$ 1,614,497	1.9%	\$ 1,620,594	0.8%	\$ 6,097
2004	\$ 1,659,063	2.7%	\$ 1,634,903	0.9%	\$ 24,160
2005	\$ 1,700,922	2.5%	\$ 1,649,842	0.9%	\$ 51,080

Los valores sombreados corresponden a los pronósticos fuera de muestra

* Millones de Pesos de 1994.

a: Tendencia del Producto de Caldas

b: Ciclo del Producto de Caldas: PIB-Tendencia del PIB

Cálculos propios

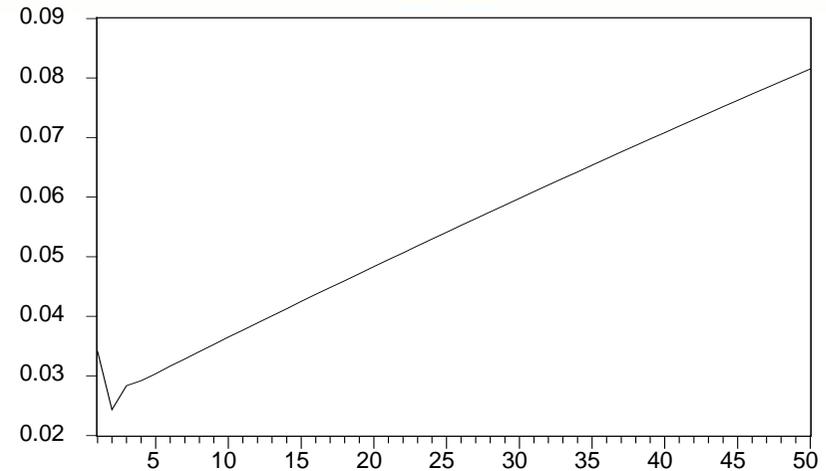
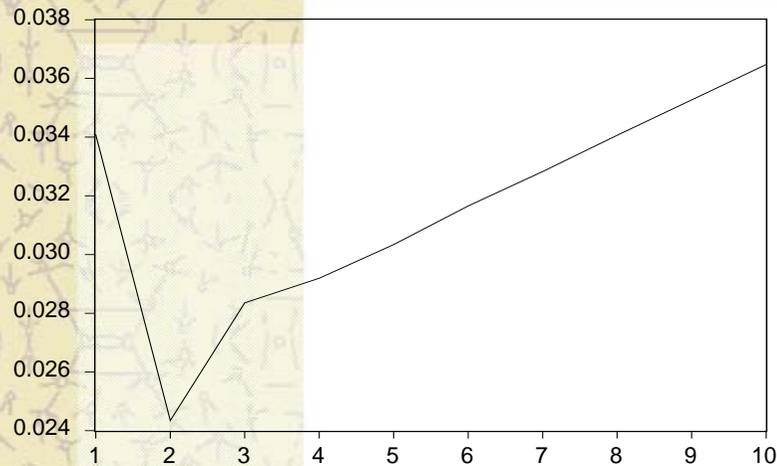
Análisis Impulso-Respuesta de Largo Plazo

Response to One S.D. Innovations

Response to One S.D. Innovations

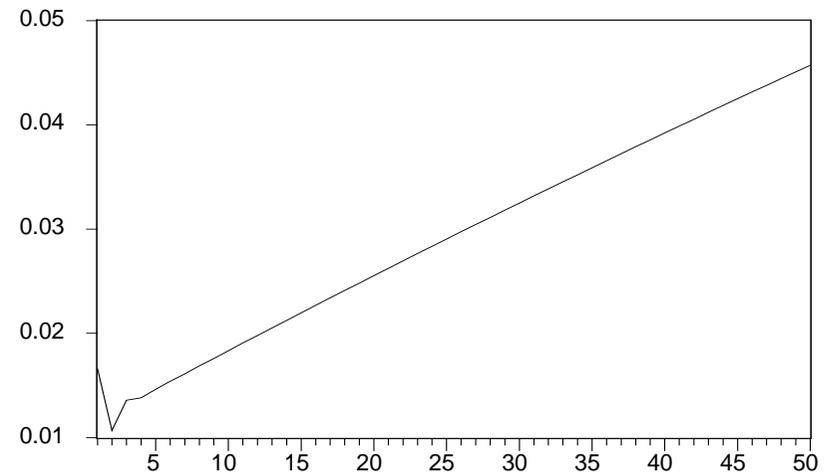
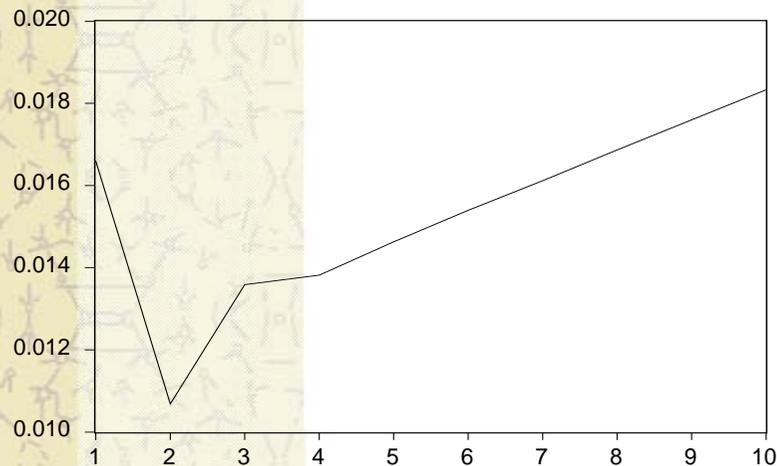
Response of LNPCR to LNPCR

Response of LNPCR to LNPCR



Response of IGLOBAL to LNPCR

Response of IGLOBAL to LNPCR

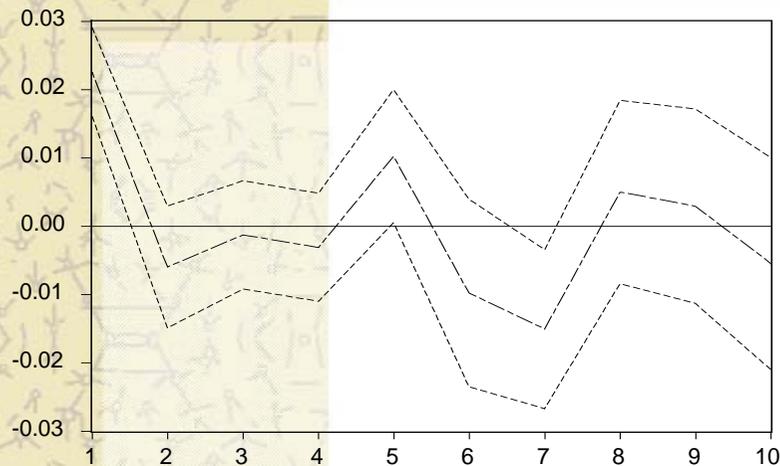


Análisis Impulso-Respuesta de Corto Plazo

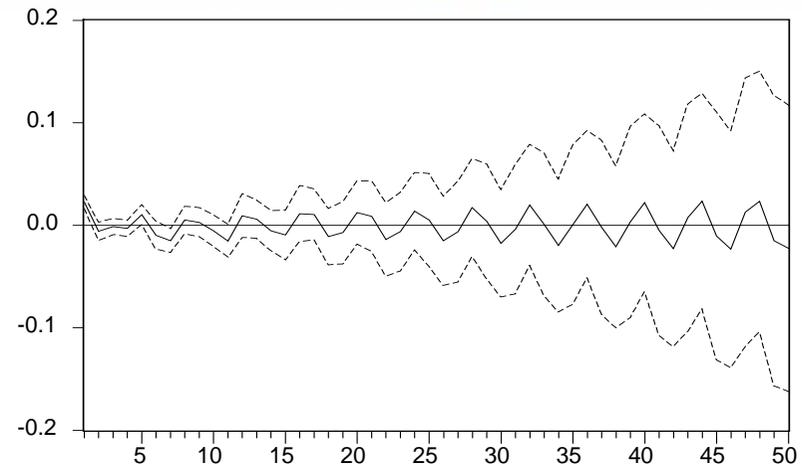
Response to One S.D. Innovations ± 2 S.E.

Response to One S.D. Innovations ± 2 S.E.

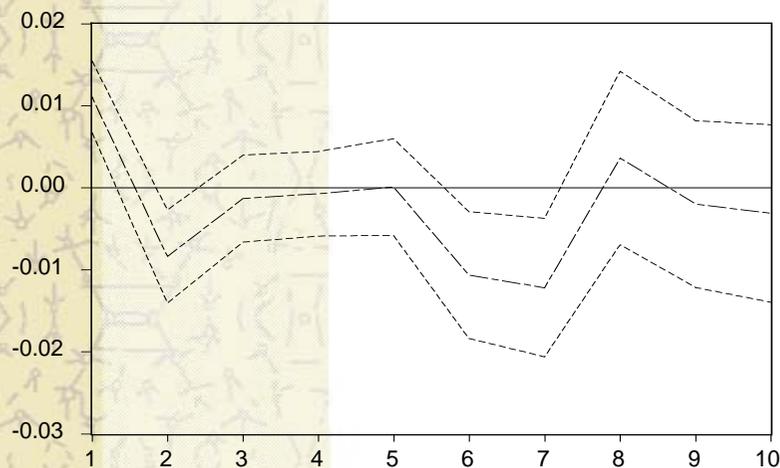
Response of DLNPCR to DLNPCR



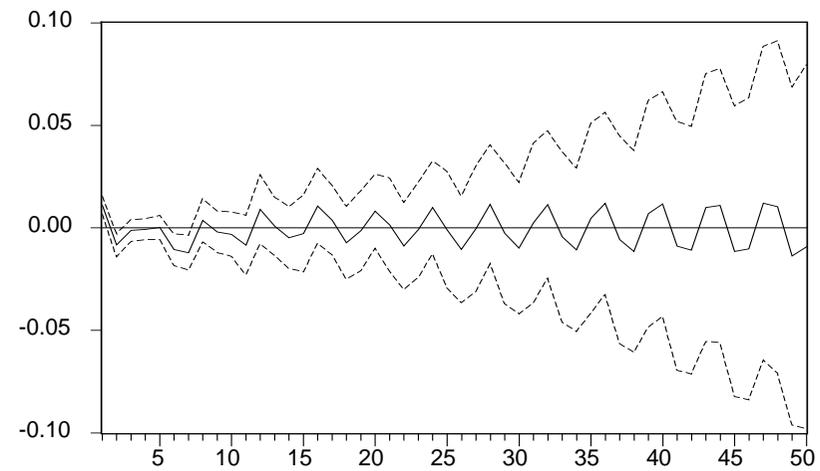
Response of DLNPCR to DLNPCR



Response of DIGLOBAL to DLNPCR



Response of DIGLOBAL to DLNPCR

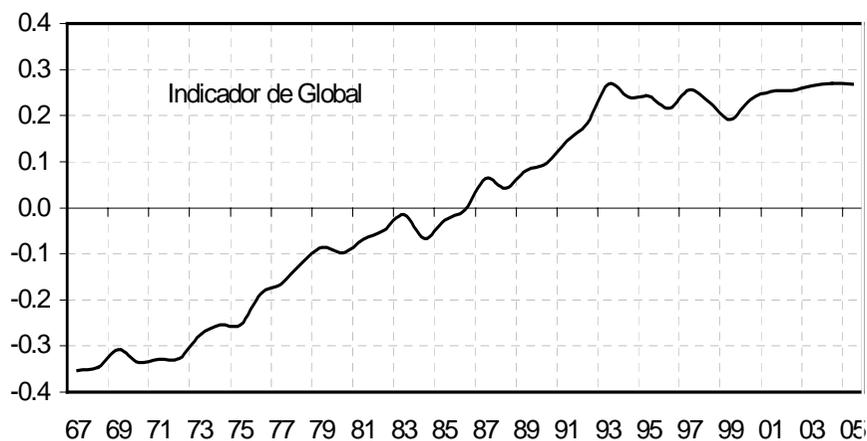
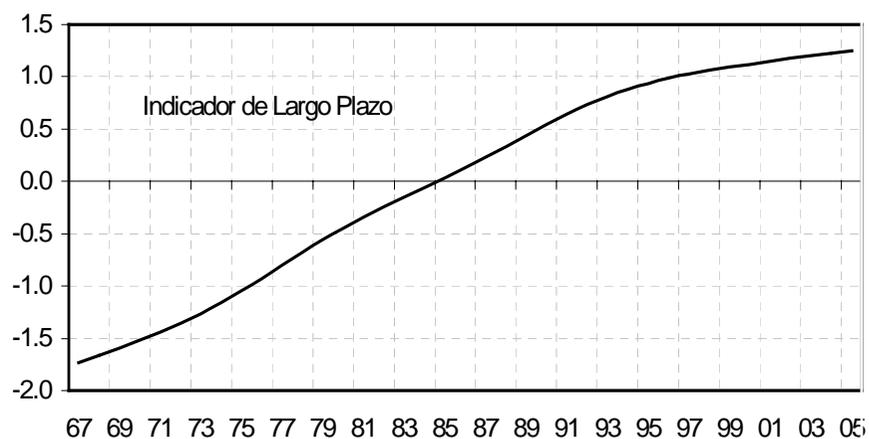
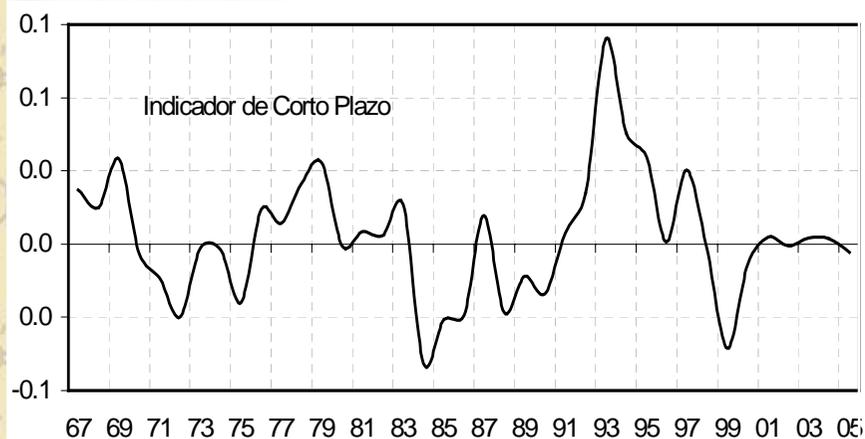


Escenario de Crecimiento

Proyecciones de las Variables Exógenas

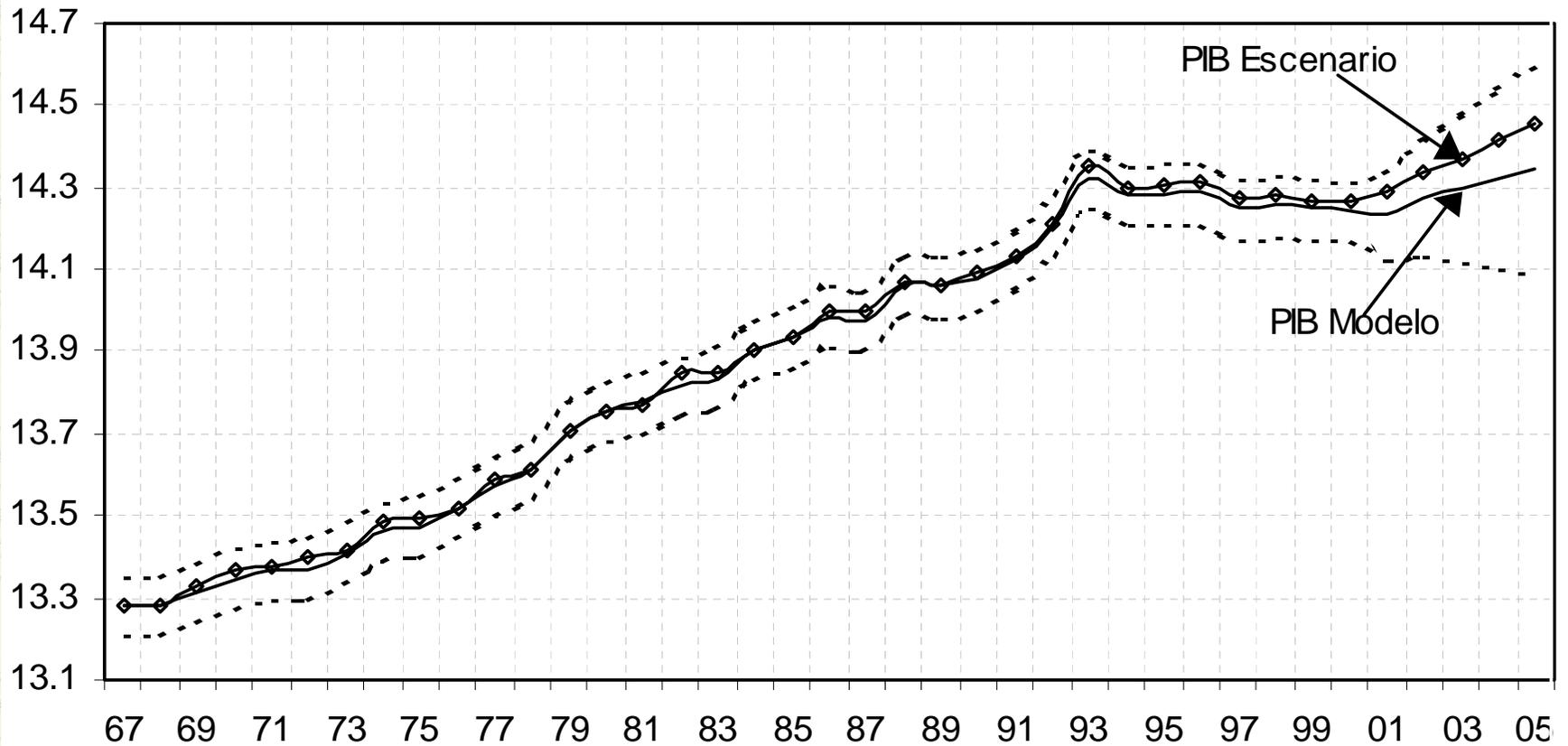
AÑO	PIB NaI.	Δ%	Pron. de Café	Δ%	X Caldas	Δ%	Ocupados	Δ%	Q Café	Δ%	IPC	Δ%
2003	\$ 79,100,362	3.3%	1842.5	-3.8%	U\$ 110836.9	4.7%	153070	0.8%	11157.1	-3.9%	143.70	5.5%
2004	\$ 80,682,370	2.0%	1841.3	-0.1%	U\$ 113164.5	2.1%	154288	0.8%	11149.9	-0.1%	150.17	4.5%
2005	\$ 83,667,617	3.7%	1713.7	-6.9%	U\$ 115088.3	1.7%	155290	0.6%	10377.1	-6.9%	155.42	3.5%

* Fuente: DNP, BANREP, Contraloría General y FEDERACAFE



Resultados

Ln[PIB de Caldas] (Pesos de 1994). (± 2 S.E.)



Resultados Pronósticos

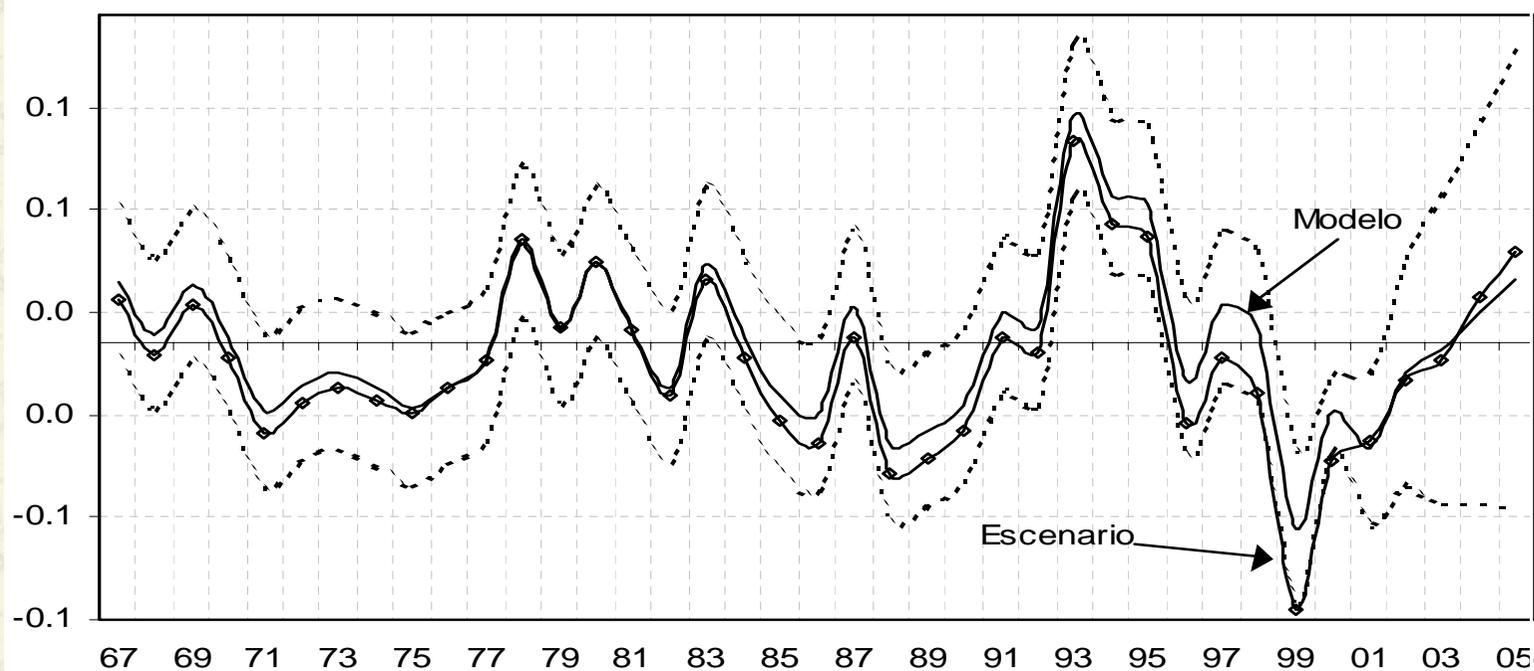
Proyecciones del Producto de Caldas

Año	PIB*			Δ%PIB		
	Modelo	Escenario	Diferencia	Modelo	Escenario	Diferencia
2000	\$ 1,535,149	\$ 1,572,979	-\$ 37,829	6.1%	8.5%	-2.4%
2001	\$ 1,516,095	\$ 1,611,113	-\$ 95,018	-1.2%	2.4%	-3.6%
2002	\$ 1,584,613	\$ 1,686,926	-\$ 102,312	4.4%	4.6%	-0.2%
2003	\$ 1,614,497	\$ 1,735,936	-\$ 121,439	1.9%	2.9%	-1.0%
2004	\$ 1,659,063	\$ 1,824,616	-\$ 165,553	2.7%	5.0%	-2.3%
2005	\$ 1,700,922	\$ 1,903,865	-\$ 202,943	2.5%	4.3%	-1.8%

* Millones de Pesos de 1994.

Cálculos propios

Ciclo del Producto de Caldas (± S.E.)



Conclusiones

1. Modelo sencillo que se basa en el concepto de correlación y permite hacer estimaciones para los datos rezagados de la serie del PIB regional.
2. Los pronósticos del modelo en general parecen confiables, sin embargo en la medida que se actualicen los indicadores el modelo también se debe actualizar.
3. La metodología que se propone para la construcción de los indicadores es simple y puede ser actualizada sin que se alteren significativamente sus resultados.
4. Se recomienda que el análisis de cointegración entre la serie del PIB y el indicador, con datos anuales, se corrijan por el factor de muestra pequeña propuesto por Cheung y Lai.

Conclusiones

5. El análisis de la dinámica del indicador global tanto de corto plazo como de largo plazo es bastante similar a la dinámica de la serie del producto ante perturbaciones de igual magnitud.
6. Los resultados que se obtienen con el indicador global estimado en un escenario de crecimiento, son similares a los del modelo original.
7. El modelo que se presenta se puede desarrollar operativamente de la misma forma con series cronológicas semestrales, trimestrales o mensuales. En cualquiera de estos casos existen dos tratamientos adicionales que se deben tener en cuenta: i) el análisis estacional sobre las series y ii) la formulación de una metodología consistente para la transformación cronológica de la serie del producto regional. Esta última debería ser objeto de un nuevo trabajo de investigación porque seguramente requiere otro tratamiento metodológico.