



Blaconá, María Teresa

Méndez, Fernanda

Instituto de Investigaciones Teóricas y Aplicadas de la Escuela de Estadística

CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DE CORRELACIÓN DE VARIABLES MACROECONÓMICAS ARGENTINAS

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de ciclos económicos en forma empírica tiene sus orígenes en el NBER de Estados Unidos para desarrollar un sistema de indicadores económicos confiables, que ayudara a los gobernantes a detectar con anticipación el inicio de recesiones. El trabajo pionero se debe a Burns y Mitchell (1946). Luego Moore y Shiskin (1967) desarrollaron una metodología de índices compuestos no basada en modelos desarrollados para EEUU y utilizada por varios otros países.

Para poder construir los índices compuestos por este método se debe definir que se entiende por ciclo económico. Según Moore para que una fluctuación de la actividad económica general sea considerada un ciclo económico se deben cumplir las siguientes condiciones: 1) la duración mínima del ciclo completo debe ser de 15 meses, 2) la longitud de cada fase, expansión o recesión por lo menos 5 meses, 3) exista alternancia de las sucesivas fases cíclicas (a un pico siga un valle y viceversa) y 4) la amplitud sea significativa dentro del contexto de cada período, reflejado en el cambio del PIB.

Como segunda etapa se deben seleccionar los distintos indicadores económicos de los que se dispone información histórica y clasificarlas de acuerdo a que estas sean series coincidentes, o series líderes. Las series coincidentes son aquellas que se mueven en aproximada sincronización con la serie de PIB y van a constituir el nivel de actividad económica mensual, expresado a través del índice compuesto coincidente (ICC).

En la última década del siglo XX se desarrollan procedimientos que utilizan técnicas basadas en el análisis de series de tiempo. De particular importancia para el avance metodológico son los trabajos de Stock y Watson (1988, 1989) que proponen un modelo probabilístico de espacio de estados que se puede utilizar para estimar (o predecir) un proceso latente y utilizar esta estimación como indicador agregado coincidente de la actividad económica. El modelo de Stock y Watson se basa fundamentalmente en la hipótesis de que los comovimientos observados en las series indicadoras son capturados por una única variable no observable, común a todas, denominada el "estado de la economía". Es decir que se supone que cada serie coincidente tiene un componente atribuible a la variable única no observada y un componente particular o idiosincrático. El problema a resolver en este enfoque consiste en estimar el estado actual de la economía, o sea el elemento común en las fluctuaciones de las series de tiempo, para lo cual se formula un modelo dinámico con un factor único que provee una definición matemática del estado no observable de la economía. Al plantear un modelo que es lineal en la variable no observada, se puede utilizar el filtro de Kalman para construir la función de verosimilitud y obtener los estimadores máximo verosímiles de los parámetros del modelo.

La idea clave para comprender la diferencia entre la metodología de Stock y Watson (S-W)



versus la del NBER, está en el uso del filtro de Kalman. En este último enfoque, el índice compuesto se forma sólo considerando los valores contemporáneos de los indicadores, esto es, se utiliza la información histórica para calcular las ponderaciones pero se ponderan únicamente las últimas variaciones de cada indicador. De esta forma, el enfoque tradicional es equivalente a un filtro con pesos distintos de cero sólo para el período actual, es decir el índice suaviza solamente a través de los indicadores, y además, la selección de las ponderaciones es arbitraria y carece de fundamentación estadística. En cambio, el filtro de Kalman, suaviza tanto a través de los indicadores como del tiempo, y dado que las ponderaciones son estimadas por máxima verosimilitud, son óptimas. Por lo tanto, esta metodología, comparada con la tradicional del NBER, posee la ventaja de incorporar no sólo información contemporánea sino también histórica y además utiliza un modelo probabilístico formal para construir el indicador compuesto.

El modelo de Stock y Watson (S-W) ha sido aplicado a nivel nacional en los Estados Unidos y también ha sido utilizado para la estimación de índices coincidentes en diferentes estados de Estados Unidos (Clayton-Matthews, Kodrzycki, Clayton-Matthews, Stock 1999; Crone 2004; Crone, Clayton-Matthews 2005; Orr, Rich, Rosen 1999), en varios países europeos (Días 1993; Garrat, Hall 1996; Hall, Zonzilos 2003), en Japón (Fukuda, Onodera 2001) y en algunos países latinoamericanos (Melo Velandia, Nieto, Posada, Betancourt, Barón, 2001; Nieto, Melo Velandia 2001). En Argentina, esta metodología se utilizó para estimar un indicador agregado de la actividad económica de la provincia de Santa Fe (Méndez, 2007).

Tanto para la aplicación de los métodos del NBER o el modelo de S-W, la primera etapa crucial, consiste en seleccionar distintos indicadores económicos de los que se disponga información histórica y clasificarlas de acuerdo a que estas sean series coincidentes o series líderes. Las series coincidentes son aquellas que se mueven en aproximada sincronización con la serie de PIB y van a constituir el nivel de actividad económica mensual, expresado a través del ICC.

Las series a incluir en el ICC están limitadas a las variables disponibles en una frecuencia elevada y que tengan un período muestral suficiente para analizar el ciclo. Para ver si se cumplen estos requisitos se puede realizar una validación para ver el contenido informático sobre el ciclo económico. Las herramientas que generalmente se utilizan para determinar las series coincidentes son las funciones de correlación cruzada entre la serie del Producto Interno Bruto con cada una de otras series macroeconómicas como por ejemplo las importaciones (IMP), la recaudación de impuestos nacionales (RT) el Índice de producción Industrial (IPI), etc.

En este trabajo se muestra el inconveniente que se presenta cuando se realiza esta primera etapa del estudio en Argentina, por no contar con series confiables durante un período suficientemente largo de tiempo (1997-2008), esto se pone de manifiesto al estimar las funciones de correlaciones cruzadas antes mencionadas con series que comprenden distintos períodos, uno incluyendo el año 2008 y otro sólo hasta el 2007.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se realiza una breve descripción de la definición de función de correlación cruzada y su estimación; en la sección 3 se realiza un análisis empírico estimando las correlaciones cruzadas entre el PIB de Argentina con otras variables macroeconómicas en los dos períodos mencionados y en la sección 4 se presenta la discusión.



2. FUNCIÓN DE CORRELACIÓN CRUZADA

La Función de Correlación Cruzada (FCC) es útil para medir la intensidad y la dirección de la relación entre dos variables.

Dados dos procesos estocásticos x_t e y_t son para $t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, se dice que son estacionarios conjuntamente si x_t e y_t son ambos procesos estacionarios univariados y la covarianza cruzada entre ambos, $\text{cov}(x_t, y_{t+k})$ es solamente función de la diferencia de tiempo ($s-t$). En tal caso, se tiene

$$\gamma_{xy}(k) = E[(x_t - \mu_x)(y_{t+k} - \mu_y)], \text{ para } k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

La FCC se define como

$$\rho_{xy}(k) = \frac{\gamma_{xy}(k)}{\sigma_x \sigma_y}, \text{ para } k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

donde σ_x y σ_y son los desvíos estándar de x_t e y_t respectivamente.

Estas funciones son generalizaciones de la función de autocovarianza y la función de autocorrelación (FAC) porque

$$\gamma_{xx}(k) = \gamma_x(k) \text{ y } \rho_{xx}(k) = \rho_x(k).$$

Pero la FAC es simétrica mientras que FCC no lo es:

$$\rho_{xy}(k) \neq \rho_{xy}(-k).$$

En cambio, como

$$\gamma_{xy}(k) = E(x_t - \mu_x)(y_{t+k} - \mu_y) = E(y_{t+k} - \mu_y)(x_t - \mu_x) = \gamma_{yx}(-k) \Rightarrow$$

$$\rho_{xy}(k) = \rho_{yx}(-k).$$

Por lo tanto la FCC, mide la intensidad de la asociación entre las dos variables para el mismo momento t como para valores rezagados y adelantados, por ello también tiene en cuenta la dirección. Se debe analizar la FCC tanto para valores positivos como negativos de k . El gráfico de la FCC se lo suele llamar correlograma cruzado.



2.1 Estimación de la función de correlación cruzada

Para un conjunto de datos de la series x_t e y_t , $1 \leq t \leq n$, la FCC

$$\rho_{xy}(k) = \frac{\gamma_{xy}(k)}{\sigma_x \sigma_y}, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

se estima a través de la siguiente FCCE

$$\hat{\rho}_{xy}(k) = \frac{\hat{\gamma}_{xy}(k)}{S_x S_y}, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots,$$

donde

$$\hat{\gamma}_{xy}(k) = \begin{cases} \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-k} (x_t - \bar{x})(y_{t+k} - \bar{y}), & k \geq 0, \\ \frac{1}{n} \sum_{t=1-k}^n (x_t - \bar{x})(y_{t+k} - \bar{y}), & k < 0, \end{cases}$$

$$S_x = \sqrt{\hat{\gamma}_{xx}(0)}, \quad S_y = \sqrt{\hat{\gamma}_{yy}(0)},$$

y \bar{x} e \bar{y} las medias muestrales de las series x_t e y_t respectivamente.

Para probar si ciertos valores de la FCC son cero, se compara cada uno de los valores FCCE con su respectivo desvío estándar. Bajo el supuesto de normalidad Bartlett (1955) dedujo la variancia y covariancia entre dos FCCE $\hat{\rho}_{xy}(k)$ y $\hat{\rho}_{xy}(k+j)$.

3. ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE CORRELACIÓN CRUZADA DE VARIABLES MACROECONÓMICAS ARGENTINAS

3.1 Descripción de las series económicas

La selección de las series que formarían parte del modelo para la estimación del indicador agregado coincidente, comienza con la búsqueda exhaustiva de variables que se relacionan con la actividad económica nacional. La disponibilidad de los datos no es uniforme para todas las variables consideradas, enero de 1997 se ha elegido como el momento del tiempo desde el cual todas las series podían ser relevadas para la estimación del indicador compuesto. En el cuadro 3.1 se presenta una breve descripción de las series seleccionadas:



Cuadro 3.1: Descripción de las series económicas seleccionadas

Nombre	Descripción de la serie	Unidad de Medida	Fuente
PIB	Producto Interno Bruto	Millones de pesos, a precios de 1993	INDEC
IMP	Importaciones argentinas	Millones de dólares	SENASA
IPI	Índice de Producción industrial		FIEL
GAS	Consumo de gas industrial, residencial, comercial, gas natural comprimido, de entes nacionales y centrales eléctricas	MBTU	ENARGAS
SUPER	Ventas en supermercados de Argentina	Miles de pesos corrientes	INDEC
RT	Recaudación de impuestos nacionales	Millones de pesos	MECON

Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes citadas.

Todas las series consideradas están disponibles con frecuencia mensual, excepto la serie de PIB que está medida trimestralmente. Se utilizaron métodos directos de desagregación temporal que permiten mensualizar la información (Boots, Feibes y Lisman (1967) y Denton (1971)).

3.2 Ajuste estacional de las series

Para estimar las funciones de correlación cruzadas la serie del Producto Interno Bruto con cada una de otras series macroeconómicas considerados, es necesario previamente desestacionalizar las series antes de realizar la estimación. Para realizar este procedimiento se utiliza el programa X12-ARIMA, eligiendo las series desestacionalizadas, corregidas para valores extremos, como insumo para la estimación de la función de correlación cruzada.

3.3 Función de correlación cruzada estimada

Como se menciona en la sección 1 se estiman las funciones de correlaciones cruzadas entre la serie del LnPIB y cada una de las otras series: IMP, RT, IPI, SUPER GAS. Todas ajustadas estacionalmente y diferenciadas de orden uno para conseguir la necesaria estacionariedad de las mismas. Dichas FCCE se calculan con datos de dos períodos, uno 1997 - 2008 y el otro 1997 -2007¹. La elección de estos dos períodos se debió a que en un primer momento se trabajó con el período completo abarcando el año 2008, pero como los resultados de las estimaciones no concordaban con la relación que generalmente se espera entre estas variables económicas, se decidió eliminar el año 2008 ya que es generalizada la sospecha de que los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos durante el año 2008 fueron manipulados.

¹ También se estimaron las FCC para el período 1997-2006, pero no difieren sustancialmente de las del período 1997-2007.



Gráfico 3.1. Función de Correlación Cruzada entre LnPIB e IMP

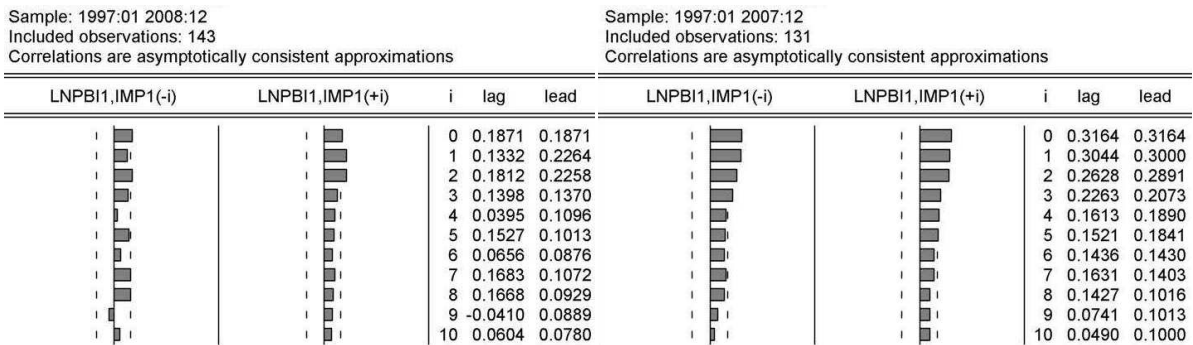


Gráfico 3.2. Función de Correlación Cruzada entre LnPIB y RT

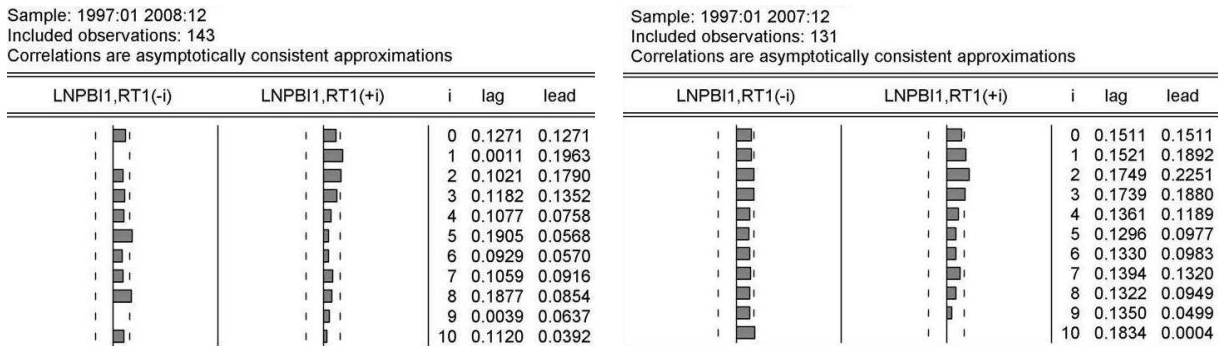


Gráfico 3.3. Función de Correlación Cruzada entre LnPIB y IPI

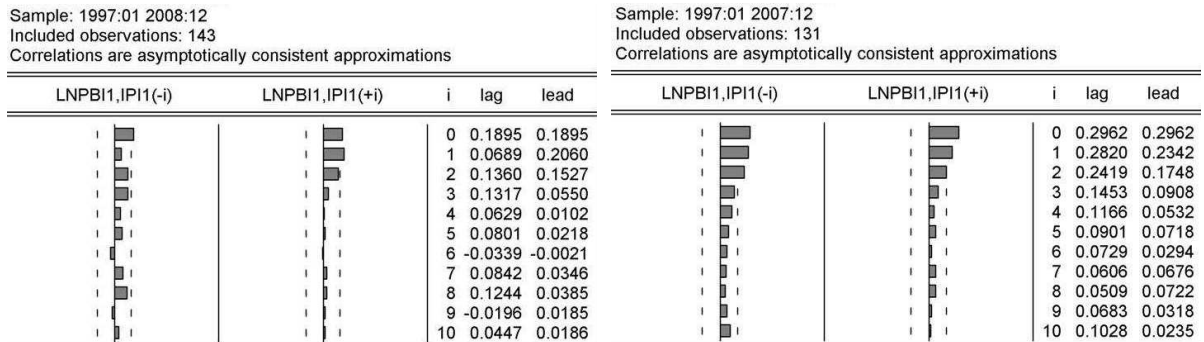


Gráfico 3.4. Función de Correlación Cruzada entre LnPIB y SUPER

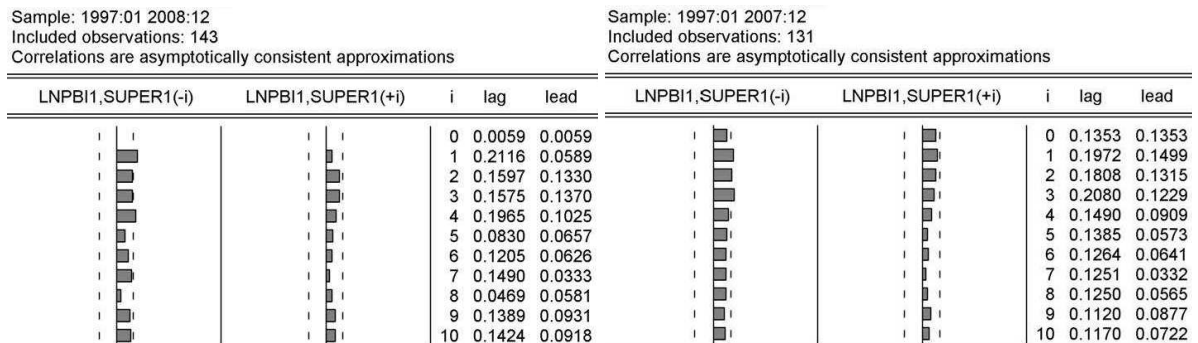




Gráfico 3.5. Función de Correlación Cruzada entre LnPIB y GAS

Sample: 1997:01 2008:12

Included observations: 143

Correlations are asymptotically consistent approximations

Sample: 1997:01 2007:12

Included observations: 131

Correlations are asymptotically consistent approximations

LNPBI1,GAS1(-i)				LNPBI1,GAS1(+i)				LNPBI1,GAS1(-i)				LNPBI1,GAS1(+i)			
i	lag	lead		i	lag	lead		i	lag	lead		i	lag	lead	
0	0.1284	0.1284		0	0.1424	0.1424		0	0.1424	0.1424		0	0.1424	0.1424	
1	0.0315	0.1650		1	0.0659	0.1653		1	0.0659	0.1653		1	0.0659	0.1653	
2	-0.0390	0.1858		2	-0.0166	0.2016		2	-0.0166	0.2016		2	-0.0166	0.2016	
3	-0.0140	0.0889		3	0.0062	0.0994		3	0.0062	0.0994		3	0.0062	0.0994	
4	-0.0432	0.0037		4	-0.0303	0.0152		4	-0.0303	0.0152		4	-0.0303	0.0152	
5	0.0343	-0.0956		5	0.0076	-0.0802		5	0.0076	-0.0802		5	0.0076	-0.0802	
6	0.0845	-0.0841		6	0.0208	-0.0631		6	0.0208	-0.0631		6	0.0208	-0.0631	
7	0.0184	-0.0073		7	0.0479	0.0192		7	0.0479	0.0192		7	0.0479	0.0192	
8	0.0016	0.0708		8	0.0234	0.0940		8	0.0234	0.0940		8	0.0234	0.0940	
9	0.0245	0.1165		9	0.0598	0.1431		9	0.0598	0.1431		9	0.0598	0.1431	
10	0.0305	0.0724		10	0.0657	0.0919		10	0.0657	0.0919		10	0.0657	0.0919	

Los resultados se muestran en los gráficos 3.1 a 3.5. Se hace evidente el cambio de patrón en la relación entre las variables cuando se considera el período completo respecto del que abarca sólo hasta el 2007.

La relación entre LnPIB e IMP que se conoce que es marcada tanto al mismo tiempo como desfazada (hecho que se comprueba en la mayoría de los países), para nuestro país se ve claramente con la serie hasta el 2007, pero bastante más desdibujada para el período completo. Este fenómeno de correlaciones cruzadas más débiles para el período completo se manifiesta también en las otras variables analizadas especialmente IPI, RT y SUPER.

4. CONSIDERACIONES FINALES

En este trabajo se intenta realizar la primera etapa para la aplicar los métodos del NBER y el modelo de S-W para construir un índice compuesto coincidente ICC para Argentina, que consiste en seleccionar distintos indicadores económicos de los que se dispone información histórica y clasificarlas de acuerdo a que estas sean series coincidentes o series líderes. Las series coincidentes son aquellas que se mueven en aproximada sincronización con la serie de PIB y van a constituir el nivel de actividad económica mensual, expresado a través del ICC.

Las series a incluir en el ICC están limitadas a las variables disponibles en una frecuencia elevada y que tengan un período muestral suficiente para analizar el ciclo. Para corroborar si se cumplen estos requisitos se realiza una validación para ver el contenido informático sobre el ciclo económico. Las herramientas que se utiliza para determinar cuáles son las series coincidentes, son las funciones de correlación cruzada entre la serie del Producto Interno Bruto (PIB) con cada una de otras series macroeconómicas, que en este estudio son: importaciones (IMP), recaudaciones de impuestos nacionales (RT) el Índice de producción Industrial (IPI), ventas de supermercados (SUPER) y consumo de gas (GAS).

Al realizar esta primera etapa del estudio con datos de la Argentina, se encuentra el inconveniente de no contar con series confiables durante un período suficientemente largo de tiempo (1997-2008), esto se pone de manifiesto al estimar las funciones de correlaciones cruzadas (FCC) antes mencionadas con series que comprenden distintos períodos, uno incluyendo el año 2008 y otro sólo hasta el 2007. Estas FCC presentan correlaciones más débiles cuando se considera el período completo que eliminando el año 2008, incluso presentan un patrón distinto de relación entre las variables.

Estos resultados dificultan continuar con la construcción ICC porque eliminar el año 2008 no es conveniente dado que este índice es útil para determinar los ciclos económicos los cua-



les deben estar actualizados. Por ello la próxima etapa del trabajo consistirá en poder encontrar una alternativa a este fundamental inconveniente.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartlett. (1955), *Stochastic Processes*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Barcellan. (1994), "ECOTRIM: A program for temporal disaggregation of time series", IN-SEEEurostat Workshop on Quarterly National Accounts, París.
- Boot; Feibes; Lisman. (1967), "Further Methods of Derivation of Quarterly Figures from Annual Data", *Applied Statistics*, 16, 1.
- Burns. (1946), *Measuring Business Cycles*. NBER.
- Clayton-Matthew; Kodrzycki; Swaine. (1994), Indexes of economic indicators: what can they tell us about the New England economy. *New England Economic Review*, 17–41.
- Clayton-Matthews; Stock. (1999), An Application of the Stock/Watson Index Methodology to the Massachusetts Economy. *Journal of Economic and Social Measurement*, 25 (1998/99), 183-233.
- Crone. (1994), New indexes track the state of the states. *Business Review*, 19–31.
- Crone; Clayton-Matthews. (2005), Consistent Economic Indexes for the 50 States. *The Review of Economic and Statistics*, 87, 4, 593-603.
- Dias. (1993), A composite coincident indicator for the Portuguese economy. Banco de Portugal, Working Paper n°. 18/93.
- Denton, F.T. (1971), "Adjustment of monthly or quarterly series to annual totals: an approach based on quadratic minimization", *Journal of the American Statistical Society*, 66, n°. 333, 99-102.
- Fukuda; Onodera. (2001), A new composite index of coincident indicators in Japan: how can we improve forecast performances? *International Journal of Forecasting*, 17, 483-498.
- Garrat; Hall. (1996), Measuring Underlying Economic Activity. *Journal of Applied Econometrics*, 11, n° 2, 135-151.
- Hall; Zonzilos. (2003), "An indicator measuring underlying economic activity in Greece", Bank of Greece, Working Paper n°. 4.
- Melo Velandia; Nieto; Posada; Betancourt; Barón. (2001), Un índice coincidente para la actividad económica de Colombia. *Revista ESPE*, 40, 46-88.
- Méndez. (2007). Aplicación de los modelos de espacio de estados para la estimación la estimación de un indicador agregado de la actividad económica provincial. Libro de resúmenes del XXXV Coloquio Argentino de Estadística.
- Moore; Shiskin. (1967). Indicators of business expansions and contractions, NBER, Occasional Paper n° 103.
- Nieto; Melo Velandia. (2001), About a coincident index for the state of the economy. Banco de la República, Borradores de Economía, 194.
- Orr; Rich; Rosen. (1999), Two new indexes offer a broad view of economic activity in the New York – New Jersey region. *Current Issues in Economics and Finance*, 5, n°. 14.
- Stock; Watson. (1988), A probability model of the coincident economic indicators. NBER,



Working Paper n° 2772.

Stock; Watson. (1989), New indexes of coincident and leading economic indicators. NBER Macroeconomics Annual, 351–394.