

# MEDICIÓN DE LA EVOLUCIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR AGRARIO MEDIANTE INDICADORES SINTÉTICOS EN CASTILLA-LA MANCHA

## ECONOMIC EVOLUTION MEASUREMENT OF THE AGRICULTURAL SECTOR IN CASTILLA-LA MANCHA USING SYNTHETIC INDICATORS

José Mondéjar-Jiménez\*, J. Antonio Mondéjar-Jiménez, Manuel Vargas-Vargas

Universidad de Castilla-La Mancha. Facultad de Ciencias Sociales de Cuenca. Avenida de los Alfares, 44. 16.071-Cuenca (España). (Jose.Mondejar@uclm.es), (JuanAntonio.Mondejar@uclm.es), (Manuel.Vargas@uclm.es)

### RESUMEN

El estudio de la evolución económica del sector agrario es importante para los gobiernos, organismos internacionales y los agentes económicos. Los modelos econométricos son los más usados para el análisis coyuntural, pero debido a la escasa información, su retardo y periodicidad irregular, apenas tienen aplicación en el sector agrario; así, una alternativa es la aplicación de indicadores sintéticos. El objetivo del presente trabajo fue incorporar nuevas formulaciones basadas en la agregación de indicadores en espacio de estados para contar con una herramienta estadística que permita cuantificar la actividad económica del sector. El uso de una nueva metodología de agregación de indicadores (espacio de estados), así como de los métodos clásicos, permite obtener un indicador válido para predecir las fluctuaciones del sector con la información disponible. Además la metodología en espacio de estados puede dar una correcta predicción y anticipar por varios periodos el comportamiento del sector.

**Palabras clave:** Espacio de estados, indicadores sintéticos, sector agrario.

### INTRODUCCIÓN

El análisis del desarrollo económico, íntimamente ligado al análisis coyuntural, es el más usado por los agentes económicos implicados (gobierno, empresarios, trabajadores) en su toma de decisiones debido a la rápida disponibilidad de la información sobre la evolución de la economía. Así, se puede formular un modelo econométrico o seguir la coyuntura económica usando indicadores sintéticos de actividad. Los inconvenientes de un modelo econométrico son la complejidad de sus cálculos, la necesidad de información completa sobre todas las variables del modelo y el retardo para la disponibilidad de los datos, características que se acentúan en el sector agrario porque la información se retrasa bastante, lo que dificulta su

### ABSTRACT

The study of the economic evolution of the agricultural sector is important for governments, international organizations and economic agents. Econometric models are the most widely used for contextual analysis, but due to the scarcity of information they are barely applicable in the agricultural sector, so that applying synthetic indicators is an alternative. The objective of this article was to incorporate new formulations based on the aggregation of indicators in state spaces so as to have a statistical tool that allows the evaluation of economic activity in the sector. The use of a new methodology of indicator aggregation (state spaces), as well as the classical methods, allow obtaining a valid indicator for predicting fluctuations in the sector with the information available. In addition, the methodology in state spaces can make a correct prediction and anticipate the behavior of the sector for several periods.

**Keywords:** State spaces, synthetic indicators, agricultural sector.

### INTRODUCTION

The analysis of economic development, closely related to contextual analysis, is the most commonly used by the economic agents involved (government, businessmen, workers) in their decision-making process, due to the quick availability of information about the evolution of the economy. Thus, an econometric model can be formulated or the economic context can be followed by using synthetic indicators of the activity. The drawbacks of an econometric model are the complexity of its calculations, the need for complete information about all the variables in the model and the delay in data availability, characteristics that are accentuated in the agricultural sector because information is delayed quite a lot, which makes its monitoring difficult. These problems can be solved by using synthetic activity indicators. Burns and Mitchell (1946) set the state for building indicators at the National Bureau of Economic Research (NBER) and the Bureau of Economic Analysis (BEA); in addition, there are methodological contributions and

\* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: Mayo, 2007. Aprobado: Enero, 2009.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 43: 309-318. 2009.

seguimiento. Estos problemas se pueden solucionar usando indicadores sintéticos de actividad. Burns y Mitchell (1946) dieron la base para construir los indicadores del National Bureau of Economic Research (NBER) y del Bureau of Economic Analysis (BEA); además hay aportaciones metodológicas y las aplicaciones a todos los niveles de desagregación (Cabrer, 2001; Mondéjar, 2007; Mondéjar y Vargas, 2008). En estos indicadores destaca la sencillez de la complejidad teórica y de la información necesaria, lo cual permite estimaciones y predicciones más fáciles que con los modelos econométricos, y los resultados se obtienen prontamente. La mayor dificultad y requisito imprescindible para construir un IS sectorial es disponer de una amplia base de datos mensual o trimestral (IP) que permitan captar las fluctuaciones periódicas de la economía en el corto plazo.

El objetivo del presente estudio fue elaborar un IS del sector agrario en el territorio de Castilla-La Mancha (Castilla-La Mancha es una de las 17 regiones NUTS II según nomenclatura de la Unión Europea). El sector agrario en Castilla-La Mancha aporta cerca del 9 % del total de la riqueza, frente al 3 % en el país, aunque éste desciende cada año debido a la terciarización de la economía y al proceso de convergencia con el las otras regiones españolas (Cuadro 1).

Según la EPA (2006), Castilla-La Mancha tiene un empleo agrícola superior a la media nacional: del total de los ocupados, 7.3 % está en la agricultura (4.78 % en el país), lo cual indica la importancia del sector agrario en la región. Debido a su dinamismo y diversidad, es un sector capaz de absorber a casi la totalidad de activos del sector y, por tanto, gozar de pleno empleo en el mismo.

La positiva evolución social de Castilla-La Mancha, con uno de los más altos crecimientos económicos de España, ha propiciado el aumento del sector industrial y servicios, reduciéndose la participación del sector agrario en el total del PIB regional. El porcentaje de activos en el sector agrícola en 1976 era 33.1 %, en 1980 fue 27.5 %, en 1990 era 18.2 %, y en 2006 fue 7.3 % (Cuadro 2).

Castilla-La Mancha posee una clara orientación agrícola (Molina *et al.*, 1999), con aproximadamente 50 % del total nacional de viñedos, una importante agricultura de cereales, olivar y cultivos industriales, por lo que es una región con una amplia diversidad de cultivos. La actividad ganadera aporta algo más del 36 % de la producción agraria, por lo que es otro gran pilar del sector primario de Castilla-La Mancha (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2005). La región tiene una ganadería orientada a la producción cárnica, con 3 859 426 ovinos y caprinos, 211 156 bovinos y 1 293 212 porcino. Las condiciones climáticas

**Cuadro 1. Producto interno bruto (precios de mercado corrientes) en miles de euros.**

**Table 1. Gross Domestic Product (prices of current markets) in thousands of Euros.**

Año	España		Castilla-La Mancha	
	Agricultura	% agricultura en PIB nacional	Agricultura	% agricultura en PIB regional
2000	24 984 000	3.96	2 831 066	13.27
2001	26 310 000	3.87	2 867 074	12.48
2002	26 586 000	3.65	2 951 235	12.01
2003	27 966 000	3.57	3 130 976	11.81
2004	28 525 000	3.40	3 158 182	11.11
2005	26 473 000	2.92	2 847 731	9.30
2006	27 199 000	2.79	2 915 736	8.81

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

applications at all levels of disaggregation (Cabrer, 2001; Mondéjar, 2007; Mondéjar and Vargas, 2008). In these indicators, the simplicity of the theoretic complexity and the information necessary stand out, allowing easier estimations and predictions than with econometric models, and results are promptly obtained. The greatest difficulty and an unavoidable requisite in building a SI sectorial is to have a broad monthly or three-monthly database (PI) that allows capturing the periodic fluctuations in the economy, in the short run.

The objective of this study was to elaborate a SI of the agricultural sector in the territory of Castilla-La Mancha (Castilla-La Mancha is one of the 17 regions NUTS II according to European Union nomenclature). The agricultural sector in Castilla-La Mancha contributes nearly 9% of the total wealth, as opposed to 3 % in the country, although it descends every year due to the growing service economy and to the process of convergence with the other Spanish regions (Table 1).

According to the EPA (2006), Castilla-La Mancha has a higher agricultural employment than the national average: out of all employees, 7.3% are in agriculture (4.78 % in the country), which indicates the importance of the agrarian sector in the region. Due to its dynamism and diversity, it is a sector capable of absorbing almost of the assets in the sector and, therefore, enjoying full employment in it.

The positive social evolution in Castilla-La Mancha, with one of the highest economic growths in Spain, has fostered the increase in the industrial and services sectors, reducing the participation of the agrarian sector in the total regional GDP. The percentage of assets in the agricultural sector in 1976 was 33.1 %, in 1980 it

**Cuadro 2. Miles de ocupados (totales y sector agrario).**  
**Table 2. Thousands of employees (total and agrarian sector).**

Año	España			Castilla-La Mancha		
	Total	Agricultura	% empleo agricultura en total nacional	Total	Agricultura	% empleo agricultura en total regional
2001	16 146.3	1045.2	6.47%	633.1	70.9	11.20 %
2002	16 630.3	995.4	5.99%	659.9	65.1	9.87 %
2003	17 295.9	991	5.73%	688	68.7	9.99 %
2004	17 970.8	988.9	5.50%	717.4	71.2	9.92 %
2005	18 973.2	1000.7	5.27%	763.7	62.1	8.13 %
2006	19 747.65	944.275	4.78%	798.1	58.3	7.30 %

Fuente: Elaboración propia, con datos de la Encuesta de Población Activa (EPA).

y la orientación a la demanda marcan el comportamiento de este sector; la cifra de ovinos y caprinos es una de las mayores en la historia, mientras la de porcinos ha tenido un gran aumento debido a las mejoras técnicas y a los procesos de mecanización de las granjas (Cuadro 3).

La superficie forestal de Castilla-La Mancha, presenta el valor económico de los productos forestales (madera, corcho, resina, etc.) y de la industria de transformación de productos forestales. Además se debe tener presente el creciente valor social de los montes en el contexto de la sociedad urbanizada española.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las hipótesis del presente estudio fueron: 1) Los indicadores sintéticos (IS) constituyen una herramienta fiable para el seguimiento de la coyuntura agraria; 2) es posible aplicar la metodología en espacio de estados para obtener un IS con mejor comportamiento que los actuales. La construcción de un IS debe responder la cuestión fundamental de cómo combinar las variables elementales, es decir, determinar con qué pesos entrarán al índice cada serie elemental, así como definir el objetivo para su elaboración y su utilidad. La disponibilidad de datos para el análisis puede ser el factor más condicionante. Para contrastar estas hipótesis primero se construyó un IS por los procedimientos clásicos y luego se comparó con

was 27.5%, in 1990 it was 18.2%, and in 2006 it was 7.3 % (Table 2).

Castilla-La Mancha has a clear agricultural orientation (Molina *et al.*, 1999), with approximately 50 % of the national total in vineyards, and relevant production of cereals, olives and industrial crops, which is why it is a region with wide crop diversity. The livestock production activity contributes somewhat more than 36 % of the agrarian production; therefore, it is another great pillar of the primary sector in Castilla-La Mancha (Ministry of Agriculture, Fishery and Nutrition, 2005). The region has livestock geared towards meat production, with 3 859 426 sheep and goats, 211 156 bovine and 1 293 212 pigs. The climatic conditions and the orientation of the demand mark the behavior in this sector; the number of sheep and goats is one of the largest in history, while that of pigs has had great increase due to the technical improvements and the processes of mechanization of farms (Table 3).

Forest surface in Castilla-La Mancha presents the economic value of forest products (wood, cork, resin, etc.) and of the industry of forest product transformation. In addition, the current growing social value of the countryside should be taken into account in the context of the urbanized Spanish society.

**Cuadro 3. Distribución general de la tierra (miles ha).**  
**Table 3. General distribution of the land (thousands ha).**

Año	Castilla - La Mancha					
	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Superficie total	7992.50	7992.50	7922.70	7922.70	7922.80	7922.90
Tierras cultivo	4212.50	4215.20	4227.50	4026.60	4164.60	4150.90
Prados y pastizales	523.2	519	508.9	695.6	559.4	566.2
Terreno forestal	1946.50	1934.50	1936.80	1973.90	1986.20	1988.90
Otras superficies	1240.40	1254.00	1252.90	1226.10	1212.50	1216.90

Fuente: Anuario de estadística agraria, ministerio de agricultura pesca y alimentación.

la metodología en espacio de estados. El esquema para construir IS del sector agrario fue: 1) Selección de indicadores parciales (IP); 2) tratamiento estadístico previo; 3) extracción de señal ciclo-tendencia y desestacionalización; 4) agregación de IP; 5) IS.

El primer paso para construir un IS es seleccionar los IP a ser utilizados. La clasificación de estos indicadores requiere conocer las fuentes estadísticas disponibles, así como el análisis de la calidad de los datos. Esta información debe estar referida al ámbito del indicador compuesto: regional, nacional o internacional; pero es difícil seleccionar diversas variables aplicables a todos los niveles de desagregación. Por los múltiples problemas de la selección inicial de los indicadores, se consideraron los siguientes criterios: 1) Significación económica; 2) perfiles suaves; 3) rapidez en la disponibilidad de la información; 4) semejanza con la evolución económica; 5) recoger las fluctuaciones de un sector o subsector de actividad relevante; 6) longitud suficiente para el tipo de análisis; 7) no presentar cambios metodológicos relevantes en su elaboración; 8) frecuencia superior o igual que la del IS a construir.

En la construcción de los IS hay dos grandes fases: 1) El filtrado de los indicadores individuales, revisando los principales métodos de filtrado propuestos y sus distintas metodologías, para eliminar de cada indicador simple el ruido inherente de cada serie, así como el componente estacional, dejando el componente ciclo-tendencia que se pretende relacionar con los ciclos de la variable de referencia y con su evolución tendencial; en función de la coherencia de dichas evoluciones se seleccionarán las variables a incluir en el IS; 2) la segunda fase será la agregación de la señal relevante de los IP.

Un filtro ideal es el diseñado para permitir el paso de información en una banda de frecuencias y eliminar o inhibir la información contenida en otras bandas no deseables. Se trata de analizar qué tipo de frecuencia deja pasar cada filtro y cuáles son eliminadas, así como evaluar la eficacia relativa de cada filtro respecto a las frecuencias filtradas. Cualquier filtro tiene un coste informativo que se traduce en las observaciones perdidas en el tramo final e inicial. Los métodos de filtrado más usados son filtros autoregresivos (AR), filtros aditivos o de medias móviles (MA), filtro bayesiano en espacio de estados, extracción de la señal relevante con Seats (Signal Extraction in ARIMA Time Series) (Gómez y Maravall, 1998), y otros filtros: Filtros de la familia Butterworth, a la cual pertenece el filtro de Hodrick y Prescott y los de tipo Henderson, entre los que destaca el usado en el método de desestacionalización X-11 (Dagum, 2002). Para la parte empírica del trabajo se usó la metodología del filtro bayesiano (mediante el software comercial BATS), y la metodología ARIMA (mediante el software TRAMO-SEATS, proporcionado por el Banco de España, disponible en [www.bde.es](http://www.bde.es)), como se puede observar en Resultados y Discusión.

Una vez obtenida la señal ciclo-tendencia se pasa a la fase de agregación de los indicadores. Entre los métodos clásicos de agregación se destacan (Mondéjar, 2007): Métodos simples (Pons, 1995); metodología del National Bureau of Economic Research y del Bureau of Economic Analysis (Burns y Mitchell, 1946; Green y Beckman, 1992); procedimiento simple de Niemira y Klein (Niemira y Klein, 1994); procedimiento basado en Fernández (1991) y en la distancia P2 (Zarzosa, 1992).

## MATERIALS AND METHODS

The hypotheses for this study were the following: 1) Synthetic indicators (SI) constitute a reliable tool for monitoring the agricultural context; 2) it is possible to apply the methodology of state spaces in order to obtain a SI with better behavior than the current ones. Construction of a SI should answer the fundamental question of how to combine elemental variables, that is, determining what weights each elemental series should have when entering the index, as well as defining the objective for their elaboration and their utility. The availability of data for analysis can be the most limiting factor. In order to contrast these hypotheses, a SI was first built by classical procedures and later it was compared with the methodology in state spaces. The scheme for building SI for the agrarian sector was: 1) Partial indicators (PI) selection; 2) previous statistical treatment; 3) extraction of cycle-trend signal and moving away from states; 4) PI aggregation; 5) SI.

The first step in order to build a SI is selecting the PI to be used. The classification of these indicators requires knowing the available statistical sources, as well as the analysis of data quality. This information should be referred to the scope of the compound indicator: regional, national, or international; but it is difficult to select various variables applicable to all the levels of disaggregation. Because of the multiple problems in the initial selection of indicators, the following criteria were considered: 1) Economic signification; 2) soft profiles; 3) swiftness in the availability of information; 4) similarity with economic evolution; 5) gathering the fluctuations of a sector or sub-sector of relevant activity; 6) sufficient length for the type of analysis; 7) not presenting methodological changes important in their elaboration; 8) higher or equal frequency than SI when building.

In building the SI there are two large phases: 1) Filtering the individual indicators, by reviewing the main filtering methods suggested and their different methodologies, to eliminate from each simple indicator the inherent noise in each series, as well as the seasonal component, leaving the cycle-trend component that is intended to be compared with the cycles of the reference variable and with its trend evolution; in function of the coherence of these evolutions, the variables to be included in the SI will be selected; 2) the second phase will be the aggregation of the relevant signal from the PI.

An ideal filter is the one designed in order to allow passing information in a band of frequencies and eliminating or inhibiting the information contained in other bands that are not wanted. The idea is to analyze what kind of frequency allows passing each filter and which are eliminated, as well as evaluating the relative efficacy of each filter in terms of the frequencies filtered. Any filter has an information cost that is translated in the observations lost in the final and initial stretch. The filtering methods most widely used are self-regressive filters (SR), additive or moving average filters (MA), Bayesian filter in state spaces, extraction of the relevant signal with Seats (Signal Extraction in ARIMA Time Series) (Gómez and Maravall, 1998), and other filters: Filters from the Butterworth family, where the Hodrick and Prescott filter belongs and those of type

El presente trabajo pretende incorporar un novedoso método de agregación de indicadores parciales (IP) que mejora a los ya citados, en términos de desfase temporal con la variable de referencia. La obtención de un IS como media ponderada de IP se basa en la selección y en la determinación de los pesos relativos de esos IP. Si la selección está bien realizada, se espera que los IP no presenten un comportamiento independiente, sino que estén influidos por la evolución general de la macromagnitud estudiada. La obtención de este factor de evolución general es el objetivo de los IS, la estimación se realiza mediante la combinación lineal ponderada de los IP.

Por ello se puede interpretar un IS como un factor común al comportamiento del conjunto de IP cuya evolución condiciona, con cierta intensidad, éstos últimos. La modelización conjunta de los indicadores en espacio de estado adopta la expresión de la representación innovacional de una serie múltiple centrada (Mondéjar, 2007):

$$\begin{aligned} X_{t+1} &= FX_t + G\epsilon_t \\ Y_{t+1} &= \mu + HX_t + \epsilon_t \end{aligned} \quad t \in \mathbb{Z},$$

donde,  $Y$  es el vector de IP y  $\mu$  es su vector de medias; la matriz  $F$  representa la matriz dinámica; la matriz  $G$  es la matriz de ganancia; y  $H$  la matriz de observación. La estructura básica del modelo supone la existencia de un vector de estado,  $X_t$ , que actúa como estadístico suficiente para la dinámica del sistema, por lo que puede identificarse como el factor de evolución general o IS cuya estimación se pretende.

En este caso la metodología de espacio de estados permite una estimación eficiente de dicho indicador (resultado de que el filtrado de Kalman, 1960, es la estimación insesgada y de varianza mínima de los estados), sin necesidad de recurrir a una media ponderada de los IP, sino modelizando la correlación existente entre el IS y cada uno de los parciales, reflejada en la matriz  $H$ . Siguiendo el algoritmo expuesto en Vargas (1999), la descomposición de la matriz de autocorrelación muestral en valores singulares permite identificar y aislar el ciclo-tendencia común, en función de sus módulos, así como una estimación de las matrices  $F$ ,  $G$  y  $H$  del modelo mediante las matrices auxiliares de dicha descomposición (Aoki y Havenner, 1991). Bauer y Wagner (2002) y Casals *et al.* (2002) proponen procedimientos semejantes basados también en modelos de subespacios. Además, esta modelización presenta otras ventajas:

- 1) Como indica la ecuación de transición, el IS presenta una evolución markoviana corregida por el efecto de las innovaciones de los IP a través de la matriz  $G$ .
- 2) El estado, identificado con el IS, refleja la evolución subyacente del conjunto de IP, ya que la mejor predicción del vector de observaciones para el siguiente instante temporal sería  $\hat{Y}_{t+1|t} = \mu + HX_t$ . Por ello, el estado podría interpretarse como la componente tendencial del conjunto de IP.
- 3) La estructura de la ecuación de observación permite extraer la componente innovacional de cada IP. Ésta se introduce en la evolución del IS a través de la matriz  $G$ , lo que permite que

Henderson, among which the one used in the method for moving away from states X-11 stands out (Dagum, 2002). For the empirical part of the work, the Bayesian filter methodology was used (through the commercial software BATS), and the ARIMA methodology (through the TRAMO-SATS software provided by the Banco de España, available at [www.bde.es](http://www.bde.es)), as can be seen in the Results and Discussion section.

Once the cycle-trend signal was obtained, we move on to the indicator aggregation phase. Amongst the classical methods for aggregation, the following stand out (Mondéjar, 2007): Simple methods (Pons, 1995); methodology of the National Bureau of Economic Research and the Bureau of Economic Analysis (Burns and Mitchell, 1964; Green and Beckman, 1992); simple procedure of Niemira and Klein (Niemira and Klein, 1994); procedure based on Fernández (1991) and in the P2 distance (Zarzosa, 1992).

This study attempts to incorporate a novel method for partial indicator (PI) aggregation, which improves on those already mentioned in terms of the temporal difference in regards to the reference variable. Obtaining a SI as an adjusted average of the PI is based on the selection and determination of the relative weights of these PI. If the selection is correctly done, we can expect the PI not to present an independent behavior, but rather to be influenced by the general evolution of the macro-magnitude being studied. Obtaining this factor of general evolution is the objective of SI, and the estimation is performed by the adjusted linear combination of the PI.

Therefore, a SI can be interpreted as a factor common to behavior of the PI set whose evolution conditions, with a degree of intensity, the latter. The joint modeling of indicators in the state spaces adopts the expression of the innovational representation of a centered multiple series (Mondéjar, 2007):

$$\begin{aligned} X_{t+1} &= FX_t + G\epsilon_t \\ Y_{t+1} &= \mu + HX_t + \epsilon_t \end{aligned} \quad t \in \mathbb{Z},$$

where  $Y$  is the PI vector and  $\mu$  is its vector of averages; the  $F$  matrix represents the dynamic matrix; the  $G$  matrix is the matrix of earnings; and  $H$  is the observation matrix. The basic structure of the model assumes the existence of a state vector,  $X_t$ , which acts as a sufficient statistic for the system's dynamic, which is why it can be identified as the general evolution factor or SI whose estimation is attempted.

In this case, the state spaces methodology allows an efficient estimation of this indicator (the result from Kalman's filtering, 1960, is the unbiased estimation and of minimal variance of the states), without the need of recurring to an adjusted PI average, but rather modeling the existent correlation between the SI and each partial one, reflected in the  $H$  matrix. From the algorithm presented in Vargas (1999), the decomposition of the sample self-correlation matrix in the single values allows identifying and isolating the common cycle-trend, in function of its modules, as well as an estimation of the  $F$ ,  $G$  and  $H$  matrixes from the model through the auxiliary matrixes of this decomposition (Aoki and Havenner, 1991). Bauer and Wagner (2002) and Casals *et al.* (2002) suggest similar procedures also based

responda rápidamente a novedades en los IP y, además, cuantificar la intensidad relativa con la que cada uno de estos últimos modifica la evolución del IS.

- 4) La representación en espacio de estados permite obtener rápidamente la función de impulso-respuesta mediante las matrices del modelo como  $Z_k = HFK^{-1}G$ ,  $K \in \mathbb{Z}^+$ , que valora el efecto de cada indicador parcial sobre el sintético, además de conocer cómo afectaría al estado una intervención sobre el indicador.

Por tanto, la utilización de la metodología en espacio de estados puede ser una alternativa adecuada para obtener un IS debido a que capta más rápidamente los cambios de tendencia del sector, que se producen con una frecuencia mayor al resto de los sectores productivos. Si bien su aplicación al ámbito de los IS es novedosa, no lo es a la resolución de problemas económicos (Vargas, 1999), donde se han obtenido excelentes resultados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primero se realizó una numeración de los IP seleccionados por su disponibilidad, periodicidad, desfase y calidad, del sector agrario en Castilla-La Mancha. Se procuró que cada IP seleccionado verificase las condiciones mencionadas, pero la disponibilidad de series reales con la frecuencia y el tamaño muestral adecuados fue decisiva al seleccionar los IP. Además, no se tuvieron en cuenta IP de indudable importancia a priori porque no cubrían el período muestral seleccionado. Entre los IP seleccionados existen dos de frecuencia trimestral y tres de frecuencia mensual; se optó por la construcción de un IS sectorial de carácter trimestral, para lo cual se agregaron de los de periodicidad mensual (Cuadro 4).

Solo hay cinco IP que cumplen el criterio de disponibilidad y se pueden disponer sólo un mes de retraso (dos en el caso de la matriculación) respecto a la cifra final. Se han omitido indicadores relevantes como avances de superficies y producciones finales debido a que su inclusión desfasaría el IS. Una vez seleccionados los IP se realiza su filtrado y agregación.

Con la extracción de señal (filtrado de IP) se pretende eliminar de cada indicador simple el ruido inherente propio de cada serie así como el componente estacional dejando, por tanto, el componente ciclo-tendencia. Para realizar dicha extracción se consideraron dos posibilidades:

- 1) TRAMO-SEATS: Se formula un modelo ARIMA univariante para la serie, a partir del cual se obtienen modelos univariantes para los componentes ciclo-tendencia, estacional y ruido (metodología UCARIMA). Una vez obtenido el modelo de cada componente, se pueden obtener estimaciones ciclo-tendencia de cada indicador simple.

on subspaces models. In addition, this modeling presents other advantages:

- 1) As the transition equation indicates, the SI presents a Markovian evolution corrected by the effect of PI innovations through the  $G$  matrix.
- 2) The state, identified with the SI, reflects the underlying evolution of the PI set, since the best prediction of the observation vector for the next temporal instant would be  $\hat{Y}_{t+1|t} = \mu + XH_t$ . Therefore, the state could be interpreted as the tendency component of the PI set.
- 3) The structure of the equation observed allows extracting the innovational component from each PI. It is introduced in the SI evolution through the  $G$  matrix, which allows it to respond quickly to novelties in the PI and, in addition, to quantify the relative intensity with which each one of the latter modifies the evolution of the SI.
- 4) Representation in state spaces allows obtaining the function of impulse-response quickly through the model's matrixes as  $Z_k = HFK^{-1}G$ ,  $K \in \mathbb{Z}^+$ , which values the effect of each partial indicator on the synthetic, in addition to exploring how an intervention on the indicator would affect the state.

Therefore, using the methodology in state spaces can be an adequate alternative in obtaining a SI due to the fact that it captures changes in the sector's trend faster, which are produced with a greater frequency than the rest of the productive sectors. Although their application in the scope of SI's is novel, solving economic problems is not (Vargas, 1999), something where excellent results have been reached.

## RESULTS AND DISCUSSION

First, numbering of the PI's selected because of their availability, periodicity, gap and quality was carried out, in the agrarian sector of Castilla-La Mancha. It was attempted that each PI selected could verify the conditions mentioned, but the availability of real series with appropriate frequency and sample size, was decisive when selecting the PI. In addition, PI's of unquestionable importance were not taken into account a priori because they did not complete the sample period selected. Among the PI's selected, there are two of three-monthly frequency and three of monthly frequency; it was decided to construct a three-monthly SI sectorial, for which those of monthly periodicity were added (Table 4).

There are only five PI that fulfill the criterion of availability and can be used with only one month of delay (two in the case of matriculation) in regards to the final figure. Important indicators have been omitted such as advances in surfaces and final productions because their inclusion would create a gap in the SI. Once the PI's are selected, their filtering and aggregation are carried out.

2) Modelización dinámica bayesiana (BATS): Se usa metodología bayesiana para obtener el componente ciclo-tendencia de cada indicador mediante un modelo en espacio de estados.

Una vez obtenida la señal relevante de cada IP se realiza su agregación con base en los diferentes criterios referidos en el epígrafe anterior, así como a la comparación de los resultados obtenidos con el IS en espacio de estados (Figuras 1 y 2).

Entre los métodos de agregación clásicos (Figura 1) no se han utilizado los propuestos por Burns y Michell (1946) ni el de Fernández (1991) debido a que estos indicadores no tienen como finalidad estimar el nivel de la macromagnitud, sino sólo detectar los puntos de giro de la economía o sector estudiado. En los demás métodos hubo una cierta similitud pero sólo se destaca un cierto retraso con respecto a la variable de referencia. Los métodos Simple I y Simple II corresponden a métodos simples de agregación basados en análisis de correlación y de regresión.

El indicador para el sector agrario en espacio de estados (Figura 2) muestra un mejor comportamiento que los otros métodos de agregación, debido a su condición de adelantado respecto a la variable de referencia. Este hecho propicia mejores previsiones del sector.

La elección de uno u otro por método de agregación está condicionada principalmente el retardo temporal y su aproximación a la variable de referencia. Se observa que el indicador en espacio de estados reproduce con exactitud la variable de referencia y, además, es el único indicador que consigue adelantar al menos dos periodos.

El análisis de la correlación y el retardo temporal constituyen las dos alternativas más importantes en términos de validación (ésta puede apreciarse en las Figuras 1 y 2, observando la correlación con la variable de referencia –valor añadido bruto– y el retardo temporal con la misma). Otras opciones suponen más bien criterios de partida, que una auténtica validación de los indicadores sintéticos. Otras aplicaciones empíricas con un desarrollo completo de todos los métodos de agregación a diferentes niveles sectoriales, pueden consultarse en Cabrer (2001), Mondéjar (2007) y Ramajo y Márquez (1996).

### CONCLUSIONES

En el presente trabajo se presentó un nuevo método de agregación para la construcción de IS de actividad regional para obtener resultados rápida y sencillamente, pero con el mínimo error posible. Tales indicadores son importantes en el sector agrícola porque la

**Cuadro 4. Indicador sintético sectorial: Agricultura.**  
**Table 4. Synthetic indicator sectorial: Agriculture.**

Indicador	Fuente	Frecuencia
Activos en agricultura	EPA	Trimestral
Ocupados en agricultura	EPA	Trimestral
Paro registrado agricultura	INEM	Mensual
Consumo de energía en agricultura	CE	Mensual
Matriculación de vehículos tractores	DGT	Mensual

Fuente: Elaboración propia.

With the signal extraction (filtered from PI), we attempted to eliminate from each simple indicator the noise inherent to each series as well as the seasonal component, therefore leaving the cycle-trend component. In order to carry out this extraction, two possibilities are taken into account:

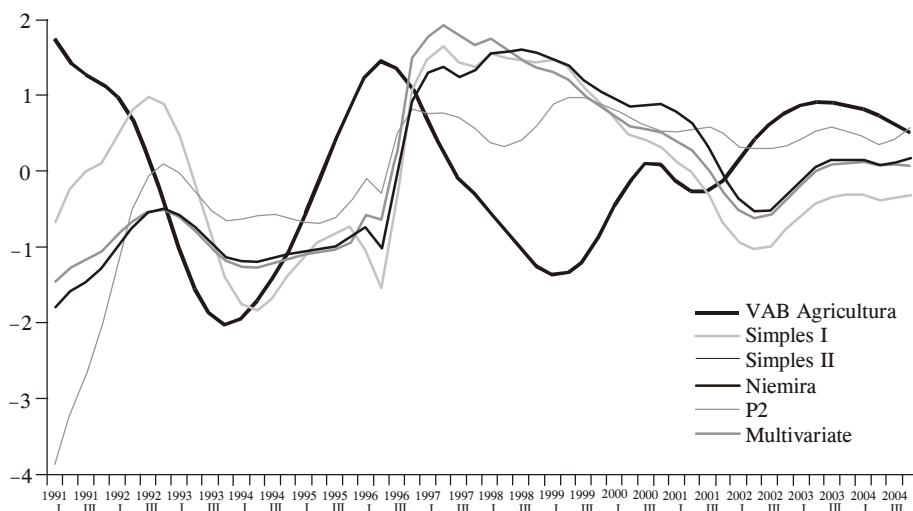
- 1) TRAMO-SEATS: A single-variable ARIMA model is formulated for the series, from which single-variable models are obtained for the cycle-trend, seasonal and noise components (UCARIMA methodology). Once the model for each component is obtained, cycle-trend estimations can be obtained for each simple indicator.
- 2) Dynamic Bayesian modeling (BATS): Bayesian methodology is used in order to obtain the cycle-trend component for each indicator through a model in state spaces.

Once the relevant signal is obtained for each PI, its aggregation is carried out based on the different criteria referred to in the previous section, as well as on the comparison of results obtained with the SI in state spaces (Figures 1 and 2).

Among the classical methods for aggregation (Figure 1), those suggested by Burns and Michell (1946) and by Fernández (1991) have not been used, because these indicators do not have the goal of estimating the level of the macro-magnitude, but rather only detecting the turning points in the economy or sector being studied. In the rest of the methods there was some similarity but only some delay stands out in regards to the reference variable. Methods Simple 1 and Simple 2 correspond to simple aggregation methods based on analyses of correlation and regression.

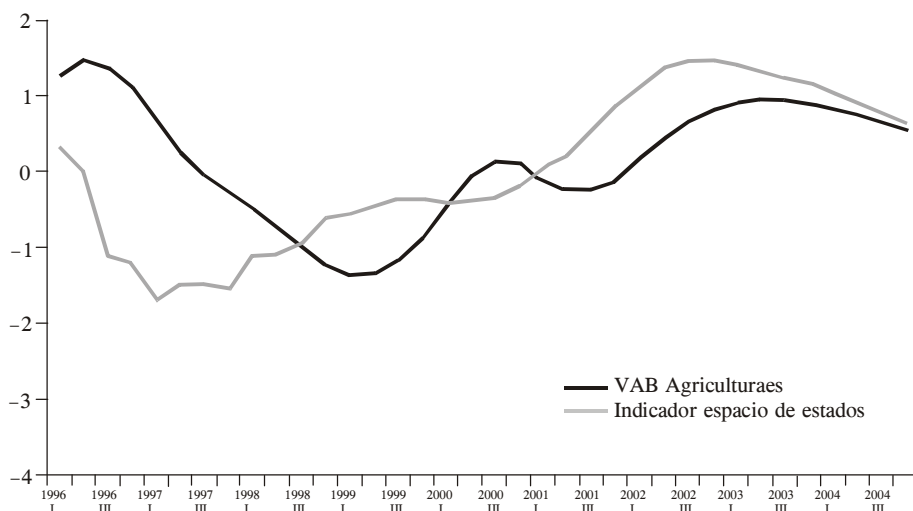
The indicator for the agrarian sector in state spaces (Figure 2) shows a better behavior than other aggregation methods, due to its condition of being ahead in regards to the reference variable. This fact fosters better precautions in the sector.

The election of one aggregation method or another is conditioned primarily by the temporary delay and its approximation to the reference variable. It is observed



**Figura 1. Indicador sintético, agricultura.**  
**Figure 1. Synthetic indicator, agriculture.**

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 2. Indicador sintético en espacio de estados, agricultura.**  
**Figure 2. Synthetic indicator in state spaces, agriculture.**

Fuente: Elaboración propia.

información es escasa y con un gran retraso publicación de los datos.

La utilización de IS permite un seguimiento del sector en tiempo real (con uno o dos meses de retraso respecto al periodo estudiado), usando sólo cinco indicadores. El resultado obtenido está basado en IP en todas las regiones españolas y, por tanto, extrapolables a otros territorios donde información es inferior a la del país. Así, los IS son una alternativa a los modelos econométricos para el seguimiento de la coyuntura y recogen las fluctuaciones del sector agrícola cuyas particularidades son escasa información en tiempo real y una mayor dispersión en sus fluctuaciones que en otros sectores.

La aplicación de la metodología en espacio de estados a la economía y a la construcción de IS permite una estimación eficiente de dicho indicador sin recurrir a una media ponderada de los IP, sino modelando la correlación entre el IS y cada uno de los parciales,

that the indicator in the state spaces reproduces exactly the reference variable and, in addition, is the only indicator that can to move ahead at least two periods.

The correlation analysis and temporary delay constitute the two most important alternatives in terms of validation (which can be seen in Figures 1 and 2, observing the correlation with the reference variable – gross added value – and the temporary delay with it). Other options assume starting point criteria, instead of an authentic validation of synthetic indicators. Other empirical applications with full development of all the aggregation methods at different sector levels can be seen in Cabrer (2001), Mondéjar (2007) and Ramajo and Márquez (1996).

## CONCLUSIONS

In this study, a new aggregation method was presented for constructing regional activity SI in order



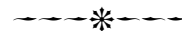
reflejada en la matriz  $H$ . En esta metodología, las propiedades de controlabilidad y observabilidad, con supuestos poco restrictivos, permiten la minimalidad de la representación con una gran ventaja: Si el algoritmo de especificación de un modelo en espacio de estados proporciona la controlabilidad y observabilidad del sistema, hay una menor dimensión para el vector de estados con la dinámica del proceso.

Los IS en espacio de estados registran y reproducen de manera inmediata cualquier cambio en los IP, mientras que los métodos tradicionales no logran recoger rápidamente las alteraciones registradas en esos indicadores. Por tanto, aquéllos pueden constituir un IS adelantado, lo cual tiene importancia informativa para los agentes económicos interesados.

### LITERATURA CITADA

- Alfaro, N., J. L., J. Mondéjar J., and M. Vargas V. 2004. Time structure of agricultural macromagnitudes in Castilla-La Mancha. 57th International Atlantic Economic Conference. Lisbon (Portugal). 47 p.
- Aoki, M., and A. Havenner M. 1991. State space modeling of multiple time series. *Econ. Rev.* 10: 1-99.
- Bauer, D. W., and M. Wagner 2002. Estimating cointegrated systems using subspace algorithms. *J. Econ.* 111: 47-84.
- Burns, A., F., and W. Mitchell C. 1946. *Measuring Business Cycle*, Studies in Business Cycles, 2, New York: National Bureau of Economic Research. 560 p.
- Cabrer, B., B. (ed.) 2001. *Análisis Regional. El Proyecto Hispalink*. Mundiprensa. Madrid. 469 p.
- Casals, J., M. Jerez J., and S. Sotoca L. 2002. An exact multivariate model-based structural decomposition, *J. Am. Stat. Assoc.* 97(458): 553-564.
- Dagum, E., B. 2002. *Analisi delle Serie Storiche: Modellistica, Previsione e Scomposizione*. Springer Verlag, New York. 477 p.
- Fernández, M., F. 1991. Indicadores sintéticos de aceleraciones y desaceleraciones en la actividad económica. *Rev. Española Econ.* 8 (1): 125-156.
- Gayoso, R., A. 2004. El análisis de coyuntura regional en España y la evolución comparada de la coyuntura económica de las comunidades autónomas, estado de la cuestión, deficiencias y lagunas. *Clm.economía, Rev. Econ. de Castilla-La Mancha* 4: 299-320.
- Gómez, V., y A. Maravall H. 1998. *Guide for Using the Programs TRAMO and SEATS*. Banco de España, Servicio de Estudios, Documento de Trabajo, 9805. 44 p.
- Green, G., B., and A. Beckman B. 1992. The composite index of coincident indicators and alternative coincident indexes. *Survey of Current Business* 72: 42-45.
- Instituto de Estadística de Castilla-La Mancha. 2005. *Anuario Estadístico de Castilla-La Mancha*. Toledo. 387 p.
- Instituto Nacional de Estadística. 2007. *Contabilidad Regional de España. Base 2000*. (<http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft35%2Fp010&O=inebase&N=&L>).
- Instituto Nacional de Estadística. 2006. *Encuesta de población activa*. ([http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft22%2Fe308\\_mnu&O=inebase&N=&L](http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft22%2Fe308_mnu&O=inebase&N=&L))
- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. 2006. *Consejería de Agricultura*. (<http://www.jccm.es/agricultura/index.htm>).
- Kalman, R., E. 1960. A new approach to linear filtering and prediction problems, *J. Basic Eng. Trans. of the ASME, Series D* 82: 35-45.
- to find results quickly and simply, but with the minimum possible error. These indicators are important in the agricultural sector because information is scarce and with a long delay in data publication.
- Using (SI) allows monitoring the sector in real time (with one or two months of delay with regards to the period being studied), using only five indicators. The result obtained is based on PI in all Spanish regions and, therefore, they can be extrapolated to other territories where information is lower than that of the country. Thus, SI are an alternative to econometric models for monitoring the context, and they capture the fluctuations in the agricultural sector whose particularities are scarce information in real time and a greater dispersal in its fluctuations than other sectors.
- Application of the state spaces methodology to the economy and construction of SI allows an efficient estimation of this indicator without resorting to an adjusted average of the PI's, but rather modeling the correlation between the SI and each one of the partial, as reflected on the  $H$  matrix. In this methodology, the properties of controllability and observability, with unrestrictive assumptions, allow minimum representation with a great advantage: If the specification algorithm of a model in state spaces provides controllability and observability in the system, there is a lesser dimension for the state vector with the process' dynamic.
- The SI in state spaces register and reproduce any change in the PI's immediately, while the traditional methods cannot rapidly collect the alterations registered in these indicators. Therefore, the former can constitute a SI ahead of time, something of informational importance for the economic agents interested.

—End of the English version—



- Martín, L., C. 2001. *La estructura de las explotaciones agrarias de la Mancha, censos agrarios de 1982 y 1989*. Tesis Doctoral. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca. 415 p.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 2005. *Anuario de estadística agroalimentaria 2004*. MAPYA (Subdirección General de Estadística), Madrid. 345 p.
- Molina, I., M., C. Muñoz C., y L. Ruiz-Maya P. (coord). 1999. *El Sector Agrario: Análisis de las Comunidades Autónomas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Mundi-Prensa, Madrid. 543 p.
- Mondéjar, J., J. 2007. *Análisis cuantitativo de la coyuntura económica, Una aplicación de la representación en espacio de estados de series temporales múltiples*, Tesis Doctoral. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca. 521 p.
- Mondéjar, J., J. y M. Vargas V. 2008. *Indicadores sintéticos: una revisión de los métodos de agregación*. *Economía, Sociedad y Territorio* 8 (27): 565-585.

- Montero, L., J. M. Varios años. Economía trimestral de Castilla-La Mancha. Instituto de Estadística de Castilla-La Mancha, disponible en <http://www.ies.jccm.es>.
- Niemira, M., P., y A. Klein P. 1994. Forecasting Financial and Economic Cycle. Nueva York, John Wiley & Sons. 542 p.
- Pons, N., J. 1995. Un sistema d'indicadors cíclics per a l'economia catalana: Un instrument per a l'anàlisi conjuntural. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona. 227 p.
- Prescott, C., E. 1986. Theory ahead of business cycle measurement. Carnegie-Rochester Conference series on Public Policy 25: 11-66.
- Ramajo, H., J., y M. A. Márquez P. 1996. Elaboración de indicadores sintéticos para el seguimiento de la coyuntura económica de Extremadura, Monográfico de la Consejería de Economía, Industria y Hacienda, Junta de Extremadura. 502 p.
- Vargas, V., M. 1999. Modelización de series temporales múltiples en espacio de estados, análisis de procesos no estacionarios y cointegración, Tesis Doctoral. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca. 269 p.
- Wildi, M. 2005. Signal Extraction: Efficient Estimation, Unit-root Test and Early Detection of Turning Point, Springer Verlag, Berlín. 279 p.
- Zarzosa, E., P. 1992. Aproximación a la medición del bienestar social, estudio de la idoneidad del IS Distancia P2. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. 248 p.