

*Revista científica CENTROS*  
15 de diciembre de 2015 – Vol. 4 No. 2  
ISSN: 2304-604X pp. 200-215

*Recibido: 20/11/15; Aceptado: 06/11/15*

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

<http://www.revistacentros.com>

*indexada en*



[http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficPais.html?opcion=1&clave\\_pais=33](http://www.latindex.unam.mx/buscador/ficPais.html?opcion=1&clave_pais=33)



**MODELIZACIÓN DE SERIES TEMPORALES ARIMA  
DE LA PRODUCCIÓN INTERNA BRUTA VISTA A TRAVÉS DEL ÍNDICE MENSUAL  
DE ACTIVIDAD ECONOMICA EN PANAMA  
AÑO 1980-2008**

**Jaime Manuel González**

**Universidad de Panamá (U.P.). Centro regional universitario de Coclé (C.R.U.C.)  
Facultad de Economía (F.E.). [Jaime\\_manuelg@hotmail.com](mailto:Jaime_manuelg@hotmail.com)**

**RESUMEN:**

El seguimiento de la actividad económica sectorial resulta un elemento imprescindible de cara a la adopción de políticas económicas precisas. A este seguimiento periódico se le denomina en la literatura **Análisis de Coyuntura**, siendo la finalidad del mismo, la elaboración de un instrumento de trabajo preciso, que permita al agente decisor efectuar de la manera más correcta posible las acciones de política económica, esto es, las acciones o estrategias pertinentes que posibiliten la corrección de posibles deficiencias pasadas y presentes y el logro de determinados objetivos. Este estudio se basó en el crecimiento económico de la república de Panamá durante los años 1980, al 2008, en donde se demuestra que la República de Panamá tuvo crecimiento moderados durante estos años; sin embargo se encontró outliers en los años, 1988, 1989 y 2007.

**PALABRAS CLAVE:** Análisis de Coyuntura, Política Económica, Outliers

## ABSTRACT

Monitoring of sectoral economic activity is an essential element for the adoption of precise economic policies. In this periodic monitoring is called in the literature Situation Analysis, the purpose of it, the development of a precision work enabling the decision maker make as correctly as possible the economic policy actions, that is, actions or strategies that enable the correction of possible past and present deficiencies and the achievement of certain objectives. This study was based on economic growth of the Republic of Panama during the years 1980 to 2008, which shows that the Republic of Panama had accelerated growth during these years; however he found outliers in the years 1988, 1989 and 2007.

**KEY WORD:** Analysis of the situation, economic policy, outliers

## INTRODUCCIÓN:

**El análisis de coyuntura económica cuantitativa** se erige como el instrumento esencial en el que debe basarse el diseño de toda política económica, en el mismo debe incluirse:

- (a) Una evaluación y cuantificación de la situación pasada y presente de la realidad económica objeto de análisis.
- (b) Predicciones o proyecciones de calidad.
- (c) Un diagnóstico sobre la realidad económica estudiada, basado en los resultados de los dos puntos anteriores.

Los elementos necesarios para elaborar todo análisis de coyuntura económica son, además de la teoría económica- que engloba el conjunto de conocimientos y resultados obtenidos por la Ciencia económica y los siguientes:

- La información estadística sobre las variables clave que configuran la realidad que se pretende analizar, esto es, la base empírica, y
- El conjunto de métodos estadístico-económicos, métodos cuantitativos, que permitan tratar adecuadamente la información disponible, generando una serie de resultados a partir de los cuales pueda sustentarse la labor de evaluación, predicción y diagnóstico.

La base empírica en el contexto de este trabajo vendrá constituida por todas aquellas variables relativas a la **Producción Interna Bruta (PIB)**, de una u otra forma sean significativas para poder tomar el pulso al momento actual de la **Actividad Económica mensual**. Con el fin de poder efectuar un análisis riguroso de la situación coyuntural y las perspectivas de la economía en su conjunto, deberá atenderse a la variable **Índice Mensual de la Actividad Económica en Panamá (IMAE)**,

## MATERIALES Y METODOS

Las etapas de la metodología aplicada en este informe son las siguientes:

- (1) Modelización ARIMA de las series
- (2) Tratamiento univariante de las series considerando los efectos del calendario, el análisis de intervención y los outliers
- (3) Extracción de la señal tendencia-ciclo.
- (4) Interpretación de los resultados cuantitativos básicos para la evaluación de la situación coyuntural.

## I. MARCO TEORICO DEL MODELO

### 1. Modelización ARIMA de las series

Las series analizadas supondremos que vienen generadas por un proceso estocástico estacional multiplicativo,  $ARIMA(p, d, q) \cdot ARIMA(P, D, Q)_s$ , que genéricamente se puede definir como:

$$\phi(L)\Phi(L^s)(1-L)^d(1-L^s)^D y_t = \theta(L)\Theta(L^s)u_t \quad (1)$$

Donde  $y_t$  es la serie objeto de análisis,  $L$  el operador de retardos, tal que  $L^p X_t = X_{t-p}$ ,  $s$  es el periodo estacional que será igual a 12 cuando los datos sean mensuales, como es el caso de análisis;  $\phi(L)$  y  $\Phi(L^s)$  son los operadores polinomiales autorregresivos regulares y estacionales, respectivamente, cuyas raíces características deben caer fuera del círculo unitario, y que se definen como:

$$\phi(L) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p; \quad \Phi(L^s) = 1 - \Phi_1 L^s - \Phi_2 L^{2s} - \dots - \Phi_p L^{ps};$$

$\theta(L)$  y  $\Theta(L^s)$  son los operadores polinomiales de medias móviles regulares y estacionales, respectivamente, cuyas raíces características deben caer fuera del círculo unitario, y que se definen como:

$$\theta(L) = 1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q; \quad \Theta(L^s) = 1 - \Theta_1 L^s - \Theta_2 L^{2s} - \dots - \Theta_p L^{ps};$$

y siendo  $u_t$  un ruido blanco gaussiano, esto es,  $u_t \sim NID(0, \sigma_u^2)$ .

La metodología que se aplicará es la desarrollada por Box y Jenkins, que como es conocido consta de cuatro etapas: 1) identificación, 2) estimación, 3) validación y 4) predicción.

En la etapa de **identificación** se trata de averiguar qué modelo (1) concreto es susceptible de haber generado la serie  $y_t$ . Los instrumentos fundamentales que se utilizarán para identificar el modelo son la función de autocorrelación muestral (FACM) y la función de autocorrelación parcial muestral (FAPM). Aquí deberá analizarse si la serie es estacionaria o no lo es. En el caso no estacionario deberá diferenciarse la serie hasta lograr que sea admisible su estacionariedad.

Una vez identificado el modelo ARIMA, se procede a estimar los parámetros del mismo. Los dos métodos más frecuentes de estimación son Mínimos Cuadrados y Máxima Verosimilitud, siendo este último el más recomendable por cuanto, bajo ciertas condiciones, los estimadores cumplen con las propiedades asintóticas óptimas.

Posteriormente, se efectúa la validación o chequeo del modelo (analizando la significatividad individual de los parámetros, si los residuos del modelo son ruidos blancos, que no se omita parámetros relevantes y estabilidad del modelo). En el caso de que el chequeo cumpla con los requisitos mínimos, se procede, finalmente, a obtener predicciones puntuales y por intervalo para valores futuros de la serie estimada.

### 2. Tratamiento univariante de las series considerando los efectos de calendario y los outliers

El enfoque Box-Jenkins de análisis univariante de series temporales resulta con frecuencia insuficiente debido a que no trata diferentes distorsiones que pueden afectar a las series objeto de estudio. Ignorar estas distorsiones genera una comprensión limitada del comportamiento de las mismas y puede llegar a alterar sustancialmente los instrumentos utilizados en las cuatro etapas del proceso antes descrito. Las principales distorsiones provienen de efectos externos que, si son conocidos por el investigador pueden modelizarse (análisis de intervención) o si son desconocidos, generan la aparición de observaciones atípicas (outliers) y de las variaciones de la composición en los diferentes años del calendario.

Un tratamiento univariante riguroso de las series temporales debe considerar, por tanto, el análisis adecuado de las intervenciones así como de outliers y de efectos calendario.

Las intervenciones, esto es sucesos externos, tales como vacaciones, huelgas, cambios de política, etc., influyen frecuentemente en las series temporales. La técnica de análisis consiste en evaluar el efecto de la intervención, para ello se debe ser capaz de identificar dos características de los modelos de intervención: (a) el periodo de comienzo de dichos sucesos externos y (b) la forma general del impacto de dichas intervenciones. La situación más simple consiste en utilizar una variable dummy que capture el efecto antes y después de la intervención. Se debe identificar además, la duración de la intervención, dando origen a cuatro posibilidades: (1) comienzo brusco, duración permanente; (2) comienzo gradual, duración permanente; (3) comienzo brusco, duración temporal y (4) comienzo gradual, duración temporal.

Continuando con los outliers, esto es, las observaciones atípicas que pueden aparecer en las series temporales, la detección de los mismos parece imprescindible, puesto que puede un tratamiento adecuado de los mismos puede mejorar:

- a) La comprensión de la serie objeto de análisis y la propia comprensión de la evolución de la misma.
- b) La modelización y estimación, en tanto que sucesos externos desconocidos, pueden alterar la estructura de los estadísticos utilizados habitualmente en la etapa de identificación.
- c) El análisis de intervención, dado que si utilizamos un modelo de intervención se debe tener seguridad de que los efectos de las intervenciones que se especifiquen no están contaminadas por los efectos de las observaciones atípicas.
- d) La calidad de las predicciones, ya que debe tenerse en cuenta que, dependiendo del momento y la naturaleza del suceso externo que origina el outlier, éste puede afectar seriamente la calidad de las predicciones del modelo identificado.

En la literatura se han considerado cuatro tipos de outliers: outlier aditivo (**AO**), outlier innovacional (**AI**), cambio de nivel (**LS**) y el cambio temporal (**TC**).

Denotando por la  $y_t$  serie observada y por  $z_t$  la serie libre de outliers, que se define genéricamente como en (1), esto es:

$$z_t = \frac{\theta(L)\Theta(L^s)}{(1-L)^d(1-L^s)^D\phi(L)\Phi(L^s)}u_t \quad (2)$$

podemos definir cada uno de los outliers mencionados como sigue.

Un outlier aditivo (**AO**) es un suceso (efecto externo) que afecta a una serie en un solo instante temporal ( $t = t_0$ ), de manera que puede expresarse como:

$$y_t = z_t + \omega \cdot I_t^{t_0} \quad (3)$$

Donde:

$$I_t^{t_0} \begin{cases} 1, & \text{si } t = t_0 \\ 0, & \text{si } t \neq t_0 \end{cases} \quad (4)$$

Es la variable impulso que representa la presencia o ausencia del outlier en el periodo y es el efecto de dicho outlier.

Un outlier innovacional (**IO**) es un suceso (efecto externo) que afecta la innovación ( $u_t$ ) del modelo de la serie en un solo instante temporal ( $t = t_0$ ). Se trata, por tanto, de un AO sobre la innovación, cuyo efecto sobre la serie observada no se agota en el periodo de ocurrencia del mismo, sino que se propaga en periodos futuros de conformidad con el modelo ARIMA de la serie. Se representara, por tanto, como sigue:

$$y_t = z_t + \omega \frac{\theta(L)\Theta(L^s)}{(1-L)^d(1-L^s)^D\phi(L)\Phi(L^s)} I_t^{t_0} \quad (5)$$

Siendo  $I_t^{t_0}$  la misma variable impulso definida en (4).

El cambio de nivel (**LS**) se define como el suceso que afecta a una serie en un periodo, con un efecto permanente sobre la misma. Esto es:

$$y_t = z_t + \omega \frac{1}{(1-L)} I_t^{t_0} = z_t + \omega \cdot S_t^{t_0} \quad (6)$$

Donde  $I_t^{t_0}$  se define como en (4) y  $S_t^{t_0} = \frac{1}{(1-L)} I_t^{t_0}$  es una variable escalón, que se define como:

$$S_t^{t_0} \begin{cases} 1, & \text{si } t \geq t_0 \\ 0, & \text{si } t < t_0 \end{cases} \quad (7)$$

Por último, el cambio temporal (**TC**) es aquel suceso que tiene un impacto inicial y cuyo efecto sobre la serie decae exponencialmente en conformidad con un factor de amortiguación que se denotara mediante el parámetro  $\delta$ , tal que  $0 < \delta < 1$ . En consecuencia, la expresión es:

$$y_t = z_t + \omega \frac{1}{(1-\delta L)} I_t^{t_0} \quad (8)$$

El procedimiento seguido en este trabajo para detectar los outliers, consta de las siguientes etapas:

**Etapla 1:** Modelización de la serie suponiendo que no hay outliers y estimación del modelo identificado, obteniendo la serie de residuos del modelo.

**Etapla 2:** Para cada observación se supone que hay un outlier AO ( $i = 1$ ), IO ( $i = 2$ ), LS ( $i = 3$ ) y TC ( $i = 4$ ), estimando el efecto de este outlier y su desviación típica; esto es, se obtiene  $\hat{\omega}_i(t)$  y  $DT[\hat{\omega}_i(t)]$  para  $i = 1,2,3,4$  y  $t = 1,2,\dots,T$  calculando a continuación los estadísticos:

$$\tilde{\lambda}_{i,t} = \frac{\hat{\omega}_i(t)}{DT[\hat{\omega}_i(t)]}, \text{ para } i = 1,2,3,4 \text{ y } t = 1,2,\dots,T \quad (9)$$

**Etapla 3:** Definiendo:

$$\tilde{\lambda}_{t_0} = \max_t \max_i \{ \tilde{\lambda}_{i,t} \} \quad (10)$$

a) Si  $\tilde{\lambda}_{t_0} < c$ , donde  $c$  es el punto crítico del contraste (lo más usual es tomar un valor de 3.5 dado que el estadístico sigue una distribución desconocida), entonces no se rechaza la hipótesis nula de que no hay ningún outlier y, en consecuencia, se especificará el modelo ARIMA identificado en la etapa 1 sin outliers.

b) Si  $\tilde{\lambda}_{t_0} > c$ , concluiremos que en el periodo  $t_0$  hay un outlier, dependiendo el tipo del mismo de si el valor máximo del estadístico (9) en el periodo referido corresponde a un AO, IO, LS o TC.

Etapa 4: En el caso de darse b) en la etapa 3, se trata de obtener una nueva serie transformada, en la que se elimina el efecto estimado del outlier detectado en  $t_0$ , procediéndose a continuación a volver a calcular los estadísticos de la expresión (9). Las etapas 2 a 4 se repiten hasta que todos los outliers son identificados, esto es, hasta que en alguna iteración nos encontramos con el caso (a) de la etapa 3.

Suponiendo que el proceso finaliza con la detección de  $k$  outliers, la especificación del modelo adecuado será:

$$y_t = \sum_{j=1}^k \omega_j V_j(L) I_{jt}^{t_0} + z_t \quad (11)$$

Donde  $z_t$  se define como en (2),  $\omega_j$  es el efecto del outlier  $j$ -ésimo ( $j = 1, 2, \dots, k$ ) y  $V_j(L)$  es un polinomio de retardos que se define, según el tipo de outlier que acontece, como:

$$V_j(L) = \begin{cases} 1 & \text{si outlier } j\text{-ésimo es AO} \\ \frac{\theta(L)\Theta(L^s)}{(1-L)^d(1-L^s)^D\phi(L)\Phi(L^s)} & \text{si outlier } j\text{-ésimo es IO} \\ \frac{1}{1-L} & \text{si outlier } j\text{-ésimo es LS} \\ \frac{1}{1-L} & \text{si outlier } j\text{-ésimo es TC} \end{cases} \quad (12)$$

Además del efecto de los outliers, las series temporales pueden verse alteradas como consecuencia de las modificaciones que se producen cada año en el calendario.

En efecto, cuando se trabaja, sobre todo, con series mensuales (como las consideradas en este trabajo) y variables flujo (variables cuyos datos mensuales se obtienen por agregación de cifras diarias) resulta claro que el valor de la serie va a ser afectada por la composición del calendario de cada mes, es decir, el número de lunes, martes, etc., que es variable; también puede ser afectada por la fecha, también variable, de la festividad de la Pascua (Semana Santa). A todas estas circunstancias se las denomina *efecto calendario*, siendo conveniente su tratamiento en el análisis univariante de series temporales, y no sólo para mejorar la comprensión de la serie, sino también porque puede adulterar las diferentes etapas de la metodología Box-Jenkins.

A continuación se verá cómo pueden ser incorporados cada uno de estos efectos calendario en el análisis univariante de series temporales.

**(1) Efecto días de la semana:** Para modelar este efecto se puede comenzar ajustando el efecto calendario en el mes  $t$ :

$$DS_t = \gamma_1 X_{1t} + \gamma_2 X_{2t} + \dots + \gamma_7 X_{7t} \quad (13)$$

Siendo  $X_{it}$  el número de lunes ( $i = 1$ ), martes ( $i = 2$ ), ..., domingos ( $i = 7$ ) en el mes  $t$ , y siendo  $\gamma_i$  el efecto de un día tipo  $i$  en la variable de interés.

La expresión (13) presenta, sin embargo, un problema importante: las estimaciones de los coeficientes tendrán poca precisión como consecuencia de la existencia de multicolinealidad. Para solucionar este problema, se plantea una reparametrización alternativa mediante los siguientes pasos:

(a) restar y sumar en (13) el término  $\bar{\gamma} \sum_{i=1}^7 X_{it}$ , siendo  $\bar{\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^7 \gamma_i}{7}$ ;

(b) restar y sumar en la expresión que se obtiene a partir de (a) el término  $\sum_{i=1}^7 (\gamma_i - \bar{\gamma}) X_{7t}$ ;

La expresión resultante, que es la que deberá estimarse para cuantificar el efecto días de la semana, es:

$$DS_t = \beta_1 D_{1t} + \beta_2 D_{2t} + \dots + \beta_7 D_{7t} \quad (14)$$

Siendo:  $D_{it} = (X_{it} - X_{7t})$   $i = 1, 2, \dots, 6$ ;  $D_{7t} = \sum_{i=1}^7 X_{it}$ ;  $\beta_i = (\gamma_i - \bar{\gamma})$   $i = 1, 2, \dots, 6$ ;  $\beta_7 = \bar{\gamma}$

(2) **Efecto Pascua:** La característica principal de la festividad de Pascua es la movilidad de la misma en el calendario, motivo por el que deben diseñarse variables artificiales que reflejen en cada año el efecto que ejerce sobre la serie objeto de estudio en los meses de marzo y abril. Para modelizar el efecto Pascua se hacen las dos hipótesis simplificadoras siguientes: (a) suponer un periodo de Semana Santa fijo igual a  $t$  días, y (b) suponer que la incidencia sobre la serie objetivo es la misma durante todo el periodo.

Bajo estos supuestos, la expresión a considerar es:

$$P_t = \alpha H(\tau, t) \quad (15)$$

Siendo  $H(\tau, t)$  la proporción de días con efecto Semana Santa anteriores al domingo de Pascua que caen en el mes  $t$ .

El modelo genérico especificado para una serie temporal, en la que sean significativos los efectos calendario y para la que se hayan detectado  $k$  outliers es, en definitiva, el siguiente:

$$y_t = \sum_{i=1}^7 \beta_i D_{it} + \alpha H(\tau, t) + \sum_{j=1}^k \omega_j V_j(L) I_{jt}^{t_{0j}} + \frac{\theta(L)\Theta(L^s)}{(1-L)^d (1-L^s)^p \phi(L)\Phi(L^s)} u_t \quad (16)$$

### 3. Extracción de la señal tendencia-ciclo

Toda serie temporal puede descomponerse en cuatro componentes: tendencial, estacional, cíclico e irregular. Sin embargo, para el analista de coyuntura, no todos los componentes son de su interés. Los componentes estacional e irregular recogen, respectivamente, oscilaciones con periodicidad inferior al año y oscilaciones aleatorias (no sistemáticas).

Aquí, nos centraremos en los componentes tendencia-ciclo, la parte de la serie que está relacionada con factores de largo plazo. Para extraer estos componentes se necesitan filtros adecuados para resaltar el componente de interés de la serie observada. Las formas que adoptan estos filtros originan distintos procedimientos alternativos de extracción de señales, que se pueden clasificar en dos grandes grupos: los empiricistas y los basados en modelos.

En este trabajo se utilizará el método de extracción de señales basado en modelos de forma reducida. Se trata de, a partir de la especificación del modelo-tipo escrito en (16), extraer los distintos componentes de la serie analizada. El modelo (16) contiene dos partes bien diferenciadas. Por un lado, una parte aleatoria, constituida por la modelización ARIMA propiamente dicha; y, por otra, una parte determinista, que engloba los efectos de los outliers y del calendario.

La extracción de los componentes deberá realizarse, por tanto, en dos fases. En una primera, se trata de extraer las señales de la parte aleatoria por el método de la forma reducida. A continuación, en una segunda fase, se reparten los elementos de la parte determinista en los distintos componentes identificados previamente.

Para extraer las señales de la parte aleatoria se obtienen los filtros adecuados para estimar los componentes a partir del supuesto de que cada uno de ellos se modeliza a su vez como un modelo ARIMA. Este método tiene un problema de identificación, como consecuencia de que existen infinitas estructuras (descomposiciones de los componentes de la serie original) igualmente compatibles con el modelo ARIMA de partida, sucediendo, además, que para determinados modelos ARIMA no existe una solución posible de descomposición. Para solucionar el problema de identificación se introduce un supuesto adicional, denominado requisito canónico.

El planteamiento básico de este método es el siguiente: Sea la serie observada objeto de análisis, cuyo proceso generador de datos viene dado por el proceso:

$$\phi^*(L)y_t = \theta^*(L)u_t \quad (17)$$

Donde:  $\phi^*(L) = (1-L)^d(1-L^s)^D\phi(L)\Phi(L^s)$ ;  $\theta^*(L) = \theta(L)\Theta(L^s)$

Las raíces de los polinomios  $\phi^*(L)$  y  $\theta^*(L)$  se asignan a cada uno de los componentes [tendencia-ciclo (T), estacional (E) e irregular (I)] teniendo en cuenta el componente a que teóricamente corresponde. De hecho, se supone que los tres componentes siguen procesos ARIMA de la forma:

$$\begin{aligned} \phi_T(L)T_t &= \theta_T(L)a_t; a_t \sim NID(0, \sigma_a^2) \\ \phi_E(L)E_t &= \theta_E(L)b_t; b_t \sim NID(0, \sigma_b^2) \\ \phi_I(L)I_t &= \theta_I(L)c_t; c_t \sim NID(0, \sigma_c^2) \end{aligned} \quad (18)$$

Los polinomios autorregresivos están relacionados mediante la expresión:

$$\phi_T(L) = \phi_T(L)\phi_E(L)\phi_I(L) \quad (19)$$

De manera que los polinomios de la parte derecha no tienen raíces comunes.

Además, se imponen las restricciones de que el orden de los polinomios  $\theta_T(L)$  y  $\theta_E(L)$  no han de superar el orden máximo de los polinomios  $\phi_T(L)$  y  $\phi_E(L)$ , respectivamente, así como la restricción canónica a la que nos referíamos antes, consistente en maximizar la varianza de la innovación del componente irregular ( $c_t$ ), lo que significa que la mayor parte de la variabilidad se concentra en este componente.

Una vez calculados los valores de los parámetros de la expresión (19), teniendo en cuenta las restricciones que se han señalado, el siguiente paso consiste en aproximar los valores de los componentes correspondientes a la serie objeto de descomposición. Cada uno de estos componentes se aproximará minimizando el error cuadrático medio entre el verdadero componente y la aproximación referida, dando lugar a los siguientes filtros teóricos para cada uno de los tres componentes:

$$\begin{aligned} T : \alpha_T(L, F) &= \frac{\sigma_a^2 \theta_T(L)\theta_T(F)\phi_E(L)\phi_E(F)\phi_I(L)\phi_I(F)}{\sigma_u^2 \theta(L)\phi(F)} \\ E : \alpha_E(L, F) &= \frac{\sigma_b^2 \theta_E(L)\theta_E(F)\phi_T(L)\phi_T(F)\phi_I(L)\phi_I(F)}{\sigma_u^2 \theta(L)\phi(F)} \\ I : \alpha_I(L, F) &= \frac{\sigma_c^2 \theta_I(L)\theta_I(F)\phi_T(L)\phi_T(F)\phi_E(L)\phi_E(F)}{\sigma_u^2 \theta(L)\phi(F)} \end{aligned} \quad (20)$$



Donde  $F$  es un operador de adelantos, inverso al de retardos  $L$ ; es decir:  $F = L^{-1}$ .

Una vez efectuada la extracción de señales de la parte aleatoria del modelo, se debe repartir entre los componentes tendencia-ciclo, estacional e irregular, la parte determinista de dicho modelo. En cuanto a la forma de repartir los efectos días de la semana y Pascua se sigue el método propuesto por Trávez (2000). En cuanto a los efectos de los outliers, debe distinguirse la forma de tratar los AO, IO y TC con los LS. Respecto a los tres primeros, el efecto que los mismos tienen sobre la serie es transitorio, por ello, estos efectos se asignan directamente al componente irregular. Respecto al Cambio de Nivel (LS), dado que el efecto que produce sobre la serie es de carácter permanente, su efecto ha de asignarse en su totalidad a la tendencia, ya que representa un cambio en la evolución a largo plazo de la misma.

#### 4. Interpretación de los resultados cuantitativos básicos para la evaluación de la situación coyuntural

Existen tres conceptos básicos que permiten configurar el análisis cuantitativo de coyuntura económica, ellos son *evolución subyacente*, *crecimiento subyacente* e *inercia*.

La *evolución subyacente* de una serie es la trayectoria de avance firme y suave de la misma, una vez que a los datos originales se les han extraído aquellas oscilaciones que dificultan el seguimiento del fenómeno de interés. Esta trayectoria es la realmente importante para evaluar la evolución del fenómeno, ya que éste oscila alrededor de ella, de forma que las desviaciones sobre la misma se compensan. Precisamente por ello, en la evolución subyacente se pueden detectar ciertas peculiaridades básicas del fenómeno, que en cambio pueden ser difícilmente perceptibles en la serie original.

En este trabajo se identifica la evolución subyacente de cada una de las series analizadas, como el componente tendencia-ciclo, el cual se obtiene siguiendo la metodología descrita en los epígrafes anteriores.

Un elemento primordial para todo análisis de coyuntura es el ritmo de variación (tasa de crecimiento) de las variables analizadas. Se define como *crecimiento subyacente* a la tasa de crecimiento anual centrada obtenida a partir de la evolución subyacente de la serie, esto es, obtenida a partir de su componente tendencia-ciclo, y calculada con predicciones al final de la muestra. Definiendo genéricamente una tasa de crecimiento mediante la comparación de los valores del nivel de una serie en dos instantes temporales distintos  $t$  y  $t-h$ , como sigue:

$$m_h = \frac{y_t - y_{t-h}}{y_{t-h}} = \frac{y_t}{y_{t-h}} - 1 \quad (21)$$

Cuado  $h = 1$ , se obtiene la tasa de crecimiento básico ( $m_1$ ), que en este trabajo representa la tasa intermensual.

Análogamente, la tasa de crecimiento interanual puede aproximarse mediante:  $m_{12} \cong (1 + L + L^2 + \dots + L^{11})m_1$ , que es, de forma aproximada, una suma móvil de crecimientos básicos asignada al final del periodo está desfasada respecto a  $m_1$ . Así expresada, esta tasa amplifica las oscilaciones de periodicidad más corta generando una serie excesivamente oscilante y con poco sentido económico. Para corregir estos problemas se propone centrar la tasa, se trata en definitiva, de la tasa  $T_{12}^1$  que para el momento  $t$  se definirá, de acuerdo con el centrado mencionado, como sigue:

$$T_{12}^1 = \frac{Y_{t+6} - Y_{t-6}}{Y_{t-6}} \quad (22)$$

Donde  $Y$  denota el componente tendencia-ciclo de la serie.

Junto a los conceptos de evolución subyacente y crecimiento subyacente, otro especialmente relevante para la evaluación de la situación coyuntural es el de *inercia*, entendiendo por tal la expectativa de crecimiento a medio plazo de la serie. La diferencia entre *crecimiento subyacente* e *inercia* consiste en que el primero se refiere a toda la historia del fenómeno (pasado, presente y futuro), con independencia de la información que se maneje para estimarlas; en cambio la inercia solo se contempla para el presente, aunque esté definida como la situación de equilibrio estable a la que tiende el fenómeno que está implícita en ese presente.

A partir de los tres conceptos clave enunciados, se puede elaborar una estrategia de evaluación de los resultados cuantitativos contenidos en estos conceptos, con el fin de elaborar diagnósticos precisos sobre la situación coyuntural de la IPI argentino.

Los cuatro puntos fundamentales sobre los que se efectuarán los diagnósticos pertinentes son los siguientes:

**a)** Descripción y valoración de la evolución subyacente: Se trata de determinar si la variable analizada se encuentra en situación de crecimiento acelerado, desacelerado o constante, y a qué tasa de crecimiento avanza en la actualidad. Esto se conseguirá analizando la evolución del crecimiento subyacente.

**b)** Análisis respecto a si cabe esperar cambios en el signo de la evolución subyacente: Comparando la situación actual de la evolución subyacente con la expectativa de crecimiento a mediano plazo (inercia), se concluirá respecto a si es probable o no que la situación de la evolución subyacente cambie de dirección y, en caso afirmativo, en qué sentido. Así, si por ejemplo el crecimiento subyacente actual está por encima (por debajo) del valor de la inercia, parece lógico esperar una ralentización (aceleración) de aquel hasta alcanzar el valor de la inercia.

**c)** Evaluación de la mejoría o empeoramiento de la situación a corto plazo: Se trata de comparar la estimación actual del crecimiento subyacente para el periodo  $t$ , con el obtenido con bases informativas anteriores; en concreto, si el crecimiento subyacente obtenido para una serie cualquiera en el periodo correspondiente al mes de mayo del año 2008 –tomando como base informativa los datos hasta este mes es superior (inferior) al crecimiento subyacente obtenido para la misma serie y la misma fecha –tomando como base informativa los datos hasta el mes de abril del mismo año, concluyendo que las perspectivas a corto plazo para la serie objeto de estudio han mejorado (empeorado) en el corto plazo.

**d)** Evaluación de la mejoría o empeoramiento a mediano plazo: Se trata de comparar las expectativas actuales de crecimiento a mediano plazo con las anteriores, esto es, comparar el valor de la inercia calculado con una base informativa constituida por toda la información disponible en el momento de efectuar el trabajo (mes de mayo de 2008), con el valor que se obtenía con una base informativa más reducida (por ejemplo, incluyendo información hasta abril de 2006). Concluiremos que existe la posibilidad de una mejoría (empeoramiento) a mediano plazo cuando las expectativas actuales de crecimiento a mediano plazo son mejores (peores) que las que se obtenían con anterioridad. En caso de que sean análogas, diremos que a mediano plazo la situación se mantiene estancada.

## Resultados Y Discusiones.

Aplicando la metodología descrita a la serie **Índice Mensual de la Actividad Económica (IMAE)**. La información disponible para esta variable, elaborada en forma de índice por **La Contraloría General de la República de Panamá** con periodicidad mensual, comprende el período entre el mes de enero de 1980 y el mes de febrero del 2008.

En total, 338 observaciones. La representación gráfica de los datos originales es la que se recoge en la **Gráfica N° 1**, a partir de la cual puede observarse que la serie no es estacionaria, ni en media ni en varianza y presenta componente estacional. El proceso generador de datos (PGD) finalmente identificado para esta serie es un ARIMA (0, 1,1); ARIMA (0,1,1)<sub>12</sub>, en el que se rechaza la conveniencia de incluir término constante. Sí que se precisa, como consecuencia de la no estacionariedad en varianza señalada, el aplicar logaritmos neperianos. Por otra parte, tanto los efectos días de la semana como de pascua no resultan significativos. En el procedimiento de detección de outliers, se encuentra un Cambio de nivel (LS) en el periodo 99 (3-1988), un aditivo (AO) en el periodo 120 (12-1989) en la observación y otro aditivo (AO) en el periodo 327 (3-2007)

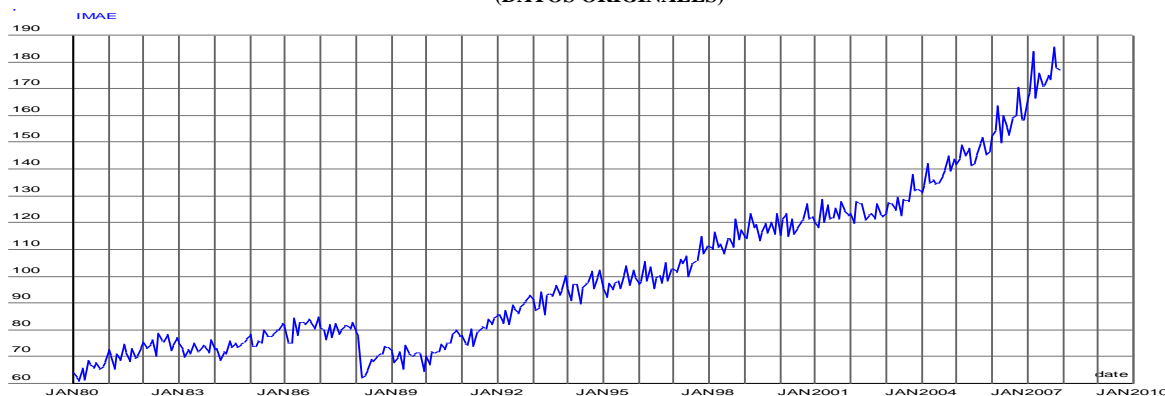
En definitiva el modelo identificado dentro de la expresión (23) es el siguiente:

$$y_t = \omega_1 \frac{1}{(1-L)} I_{1t}^{(99)} + \omega_2 I_{2t}^{(120)} + \omega_3 I_{3t}^{(327)} + \frac{(1-\theta_1 L^1)(1-\Theta_1 L^{12})}{(1-L^1)(1-L^{12})} + u_t \quad (23)$$

Donde  $y_t$  es la serie objeto de estudio  $y$ :

$$I_{it}^{(t_0)} = \begin{cases} 1, & \text{para } t = t_0, \text{ siendo } i= 1,2, 3, 4 \text{ y } t_0= 99, 120, 327. \\ 0, & \text{para } t \neq t_0 \end{cases}$$

**GRAFICA N° 1:**  
**ÍNDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA (IMAE)**  
**(DATOS ORIGINALES)**



Una vez concluida la etapa de identificación, debe procederse a estimar el modelo y a efectuar el análisis de validación del mismo. En el **Cuadro N° 1** se incluyen los principales resultados obtenidos a este fin.

**CUADRO N° 1:**  
**ESTIMACIÓN DEL MODELO IDENTIFICADO PARA LA SERIE INDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONOMICA EN PANAMA (IMAE)**

$\theta_1$	$\Theta_1$	$\omega_1$ (99)LS	$\omega_2$ (120)AO	$\omega_3$ (327)AO	$\sigma_u$
-0,58621 (-12,88)	-0,49023 (-9,51)	-14,464 (-8,61)	-7,9023 (-4,30)	7,5704 (3,56)	0,1325437
<b>ANALISIS DE RESIDUOS</b>					
Media		$Q^*$ (24)		$LM_N$	
0,1252225		32,75 (33,90)		1,11 (5,99)	

Para interpretar correctamente los resultados incluidos en este cuadro debe tenerse en cuenta que los valores entre paréntesis que aparecen debajo de las estimaciones de los parámetros son los valores del estadístico t de Student correspondiente al contraste de significatividad individual de dichos parámetros.

Para completar la etapa de validación se ha efectuado un análisis completo de los residuos, obteniendo tanto el gráfico de los mismos, como el correlograma residual (que no se adjuntan), a partir de los cuales podemos concluir que los residuos tienen las características propias de un proceso ruido blanco.

Adicionalmente, se ha obtenido el valor de la media de los residuos, que como puede observarse es muy próximo a cero. El valor entre paréntesis que figura debajo del valor medio (**0,1252225**) es el valor del estadístico de la t mediante el cual se contrasta la hipótesis nula de media residual igual a cero frente a la alternativa de un valor distinto de cero. Como puede apreciarse, dicha hipótesis nula puede aceptarse claramente. El valor del estadístico de Ljung-Box mediante el cual contrastamos si las 24 primeras auto correlaciones residuales puede aceptarse que son iguales a cero arroja un valor igual a **32,75**, inferior al punto crítico correspondiente al nivel de significación habitual del **5%** (**33,90**) que aparece en la parte inferior, entre paréntesis.

**CUADRO N° 2:  
VALORES ORIGINALES Y COMPONENTE TENDENCIA-CICLO DE  
LA SERIE INDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONOMICA EN PANAMA (IMAE)**

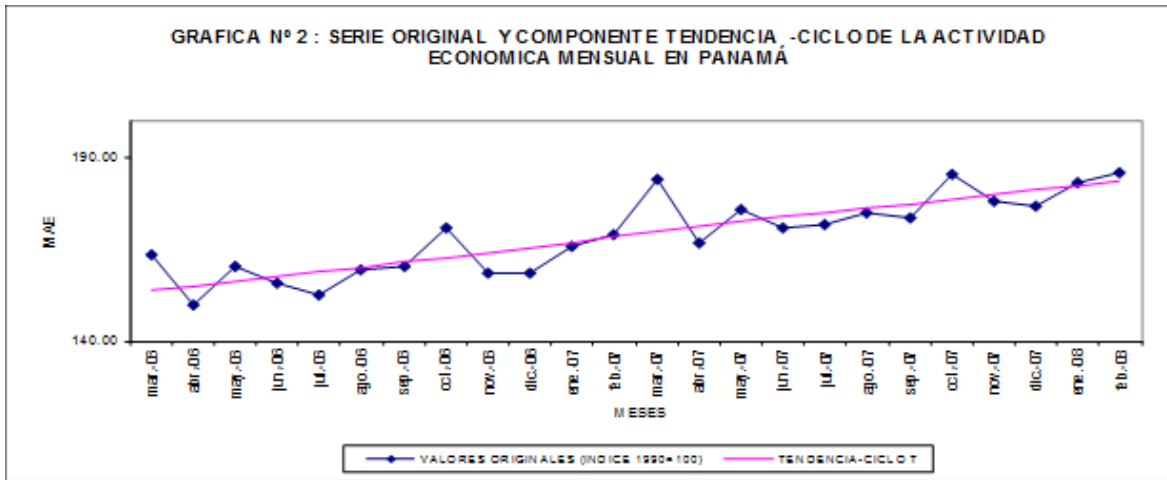
<b>PERIODO</b>	<b>VALORES ORIGINALES (INDICE 1990=100)</b>	<b>TENDENCIA-CICLO T -1</b>	<b>TENDENCIA-CICLO T -4</b>	<b>TENDENCIA-CICLO T</b>
ene-06	152,41	151,7	151,8	151,7
feb-06	154,72	152,8	152,9	152,9
mar-06	163,58	153,8	153,9	153,9
abr-06	149,62	155,0	155,0	155,0
may-06	160,10	156,2	156,2	156,2
jun-06	155,60	157,4	157,4	157,4
jul-06	152,67	158,6	158,6	158,6
ago-06	159,30	160,0	160,0	160,0
sep-06	160,17	161,4	161,4	161,4
oct-06	170,64	162,7	162,7	162,7
nov-06	158,43	163,8	163,9	163,8
dic-06	158,28	165,0	165,1	165,0
ene-07	165,89	166,6	166,7	166,6
feb-07	169,02	168,3	168,4	168,4
mar-07	184,06	170,0	170,0	170,0
abr-07	166,54	171,2	171,2	171,3
may-07	175,62	172,4	172,4	172,4
jun-07	170,80	173,7	173,6	173,7
jul-07	171,38	174,9	174,7	174,9
ago-07	174,98	176,1	175,8	176,0
sep-07	173,48	177,3	176,9	177,2
oct-07	185,43	178,6	178,0	178,5
nov-07	177,93	179,9	179,1	179,8
dic-07	176,72	181,3	180,3	181,1
ene-08	182,83	182,5	181,4	182,3
feb-08	185,78	183,6	182,5	183,4

Finalmente, la hipótesis de normalidad también puede aceptarse, pues el valor del estadístico de Jarque y Bera ( $LMN = 1,11$ ) es muy inferior al punto crítico correspondiente al nivel de significación del 5%, que es igual a 5,99. (Ver Cuadro N° 1)

Una vez efectuadas la modelización ARIMA de la serie objeto de estudio, se trata de extraer la señal correspondiente a la tendencia-ciclo. Para lo cual se aplica el procedimiento basado en modelos, denominado de forma reducida, que se sustenta, precisamente, en la modelización ARIMA efectuada para la serie observada. De esta forma, eliminamos los elementos especialmente oscilantes y poco relevantes para el análisis de la evolución subyacente de la serie.

Los últimos valores observados y los correspondientes componentes tendencia ciclo-obtenidos tanto considerando una base informativa constituida por toda la información muestral disponible ( $T = 338$ ), que denotamos como IT, como considerando la base informativa disponible con un cuatrimestre y un mes de demora, esto es, con  $T = 334$  y  $T = 337$  respectivamente, que denotamos como IT-4 y IT-1 (Ver Cuadro N° 2)

En la **Grafica N° 2** se representa la serie original con el componente tendencia-ciclo de dicha serie obtenido aplicando el procedimiento basado en modelos de forma reducida, considerando como base informativa la totalidad de la muestra disponible en el momento de redactar este trabajo, esto es, considerando  $T = 338$  (T).



Lo primero que podemos observar, a partir de la **Grafica N° 2** es la diferencia entre la evolución “real” de la serie, esto es, de los datos brutos y la evolución del componente tendencia-ciclo, esto es, la evolución subyacente de la serie, la cual es más alisada al no incluir ni el componente estacional, ni el irregular ni los datos atípicos (en este caso, recuérdese que decíamos más arriba que no ha sido preciso efectuar tratamiento alguno de los efectos calendario, por no resultar significativos ni los efectos de los días de la semana ni la pascua).

Aplicando la tasa de crecimiento 1 T12 centrada, expresión (2), al componente tendencia-ciclo de la serie, esto es, a la evolución subyacente, obtenemos el crecimiento subyacente de dicha serie, cuyos valores desde enero de 1980 hasta el último mes para el que disponemos de información (febrero 2.008) se incluyen en el **Cuadro N° 3** la tasa de crecimiento mensual.

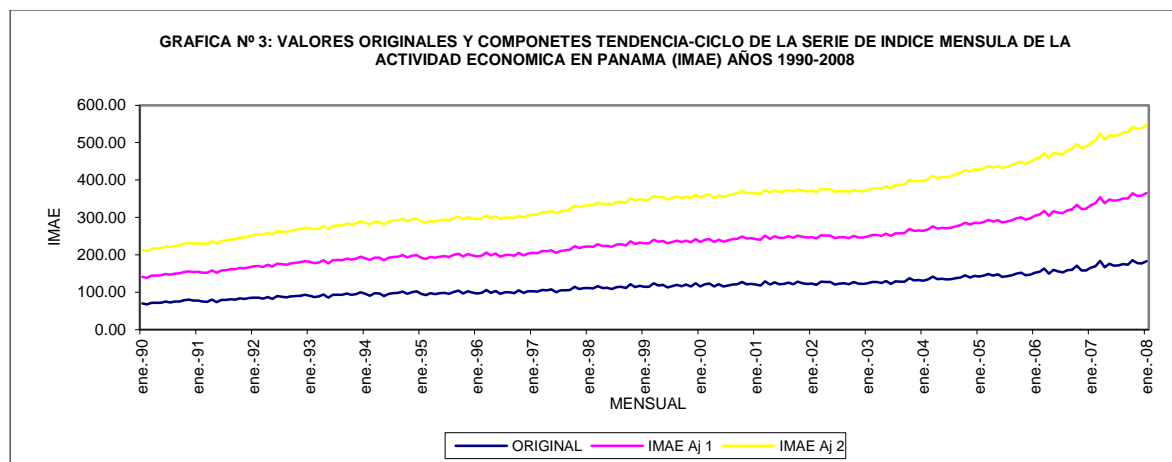
Nótese que la tasa de crecimiento referida se aplica tanto a los valores que definen la evolución subyacente tomando la base informativa IT , valores como la que se obtiene a partir de la base informativa IT-3 y IT-1 respectivamente( **Ver Cuadro N°2**). En la **Grafica N° 3** se recogen las representaciones gráficas de los crecimientos subyacentes.

**Cuadro N° 3:**

**CRECIMIENTO SUBYACENTE DE LA ACTIVIDAD  
ECONÓMICA MENSUAL EN PANAMÁ**

<b>PERIODO</b>	<b>CRECIMIENTO SUBYACENTE (%) (IT-1)</b>	<b>CRECIMIENTO SUBYACENTE (%) (IT-4)</b>	<b>CRECIMIENTO SUBYACENTE (%) (IT)</b>
mar-06	9,2	9,2	9,2
abr-06	9,6	9,6	9,6
may-06	9,7	9,7	9,7
jun-06	9,7	9,7	9,7
jul-06	9,8	9,8	9,8
ago-06	10,1	10,2	10,2
sep-06	10,5	10,5	10,5
oct-06	10,5	10,5	10,5
nov-06	10,4	10,4	10,4
dic-06	10,3	10,3	10,3
ene-07	10,2	10,2	10,2
feb-07	10,0	9,9	10,0
mar-07	9,8	9,6	9,8
abr-07	9,7	9,4	9,7
may-07	9,8	9,3	9,8
jun-07	9,8	9,2	9,7
jul-07	9,6	8,8	9,4
ago-07	9,1	8,4	8,9
sep-07	8,7	8,0	8,5
oct-07	8,6	7,9	8,4
nov-07	8,5	7,8	8,3
dic-07	8,4	7,7	8,2
ene-08	8,3	7,6	8,1
feb-08	8,3	7,6	8,1
<b>INERCIA</b>	<b>7,2</b>	<b>7,0</b>	<b>7,2</b>

Obtenidos con las tres bases informativas referidas: IT, IT-1 y IT-4, denominadas en el gráfico como (2007-10), (2008-1) y (2008-2), respectivamente (**Ver Grafica N° 3**)



A partir de la información obtenida hasta el momento, y teniendo en cuenta que el valor de la inercia (expectativa de crecimiento a medio plazo) es, tal y como puede verse en el **Cuadro N° 2** igual a 7.2%, considerando la base

informativa IT, 7.0%, considerando IT-4 y 7.2%, considerando IT-1, podemos elaborar el diagnóstico sobre la situación coyuntural de **“La actividad Económica en Panamá”**,

Por lo que respecta al punto (A), descripción y valoración de la evolución subyacente, podemos concluir que la serie analizada se encuentra en situación de crecimiento, siendo la tasa de crecimiento a que avanza en la actualidad del **8,1%**.

En cuanto al punto (B), esto es, a si cabe esperar algún cambio significativo en la evolución subyacente, debemos concluir que no es muy probable que la serie pase de la situación actual de crecimiento y decrezca en el futuro, pues el dato relativo a la inercia de la serie es de 7,2%; sin embargo, sí que se mantiene una aceleración moderada. La evaluación de la mejoría o empeoramiento de la situación a corto plazo, punto (C), revela que el último dato disponible, el correspondiente al mes de febrero del 2008, es alto y ascendente lo que ha mejorado la situación a corto plazo del **ÍNDICE MENSUAL DE ACTIVIDAD ECONÓMICA EN PANAMÁ (IMAE)**, pues tal y como puede verse en el **Cuadro N° 3** y en la **Gráfica N° 3**, la evolución del crecimiento subyacente ha aumentado con respecto a los valores que se obtenían con una base informativa que incluía datos hasta el mes de octubre y enero del 2007 y 2008 respectivamente.

Finalmente, por lo que respecta al punto (D), esto es, la evaluación de la mejoría o empeoramiento a medio plazo, que se efectúa comparando los valores de la inercia para las tres bases informativas consideradas, debemos concluir que las expectativas de crecimiento a medio plazo, son buenas (la inercia sigue siendo positiva, 7,0%) han mejorado (el valor de la inercia calculada con datos hasta enero del 2008 es igual a 7,2%, esto es, 0,2 puntos porcentuales mejor que la obtenida considerando datos hasta enero del 2008).

De la misma forma se hace el análisis con datos hasta febrero del 2008, obteniéndose una inercia de 7,2%, este indicador difiere de la publicación oficial que argumenta un crecimiento mensual 10.4%.

## BIBLIOGRAFIA

Aznar, A. y Trivez, F.J. (1993): *Métodos de predicción en Economía. Vol. II: Análisis de series temporales*. Ed. Ariel. Barcelona.

José Manuel Pavia Miralles, Bernardi Cabrer Borra y Joseph Mª Felip Sarda (2000): *Estimación del VAB trimestral no agrario de la comunidad valenciana*. Editada Generalitat Valenciana.

F. Javier Trivez, Ángel Mauricio Reyes y F. Javier Aliaga (2008): *Análisis Coyuntural Y Prospectivo De La Industria Maquiladora De Exportación Mexicana: Economía Mexicana NUEVA ÉPOCA*, vol. XVII, núm. 1, primer semestre de 2008.

F. Javier Trivez Bielsa (2000): *Metodología Para El Seguimiento Periódico De La Actividad Del Sector Agroambiental*. Universidad de Zaragoza.

Jesús Mur, Trivez Bielsa F. Javier (2001): *Tendencias Del Mercado Laboral Aragonés*: Equipo Hispa link Aragón, Universidad de Zaragoza.

Acevedo, F. E. (2002), *“Causas de la recesión económica en la industria maquiladora”*, Momento Económico, 124, pp. 11-25.

Almaraz, A. A. (1998), *“Tendencias de especialización maquiladora: implicaciones de la configuración sociotécnica en Nogales, Sonora”*, Región y Sociedad, 9, pp. 107-131.

Bell, W. R. y S. C. Hillmer (1984), *“Issues Involved with the Seasonal Adjustment of Economic Time Series”*, Journal of Business and Economic Statistics, 2, pp. 291-320.

- Box, G. E. P. y G. M. Jenkins (1970), *Time Series Analysis: Forecasting and Control*, San Francisco, Holden-Day.
- Burman, J. P. (1980), "*Seasonal Adjustment by Signal Extraction*", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 143, pp. 321-337.
- Carrillo, J. y R. Hinojosa (2001), "*Cableando el norte de México: la evolución de la industria maquiladora de arneses*", *Región y Sociedad*, 13, pp. 79-114.
- Carrillo, J. y R. Gomis (2003), "*Los retos de las maquiladoras ante la pérdida de competitividad*", *Comercio Exterior*, 53, pp. 318-327.
- Courdourier, G. y A. Gómez (2004), "*La evolución de la participación laboral de las mujeres en la industria: una visión de largo plazo*", *Economía Mexicana Nueva Época*, 13, pp. 63-104.
- Chan, W. S. (1995), "*Understanding the Effect of Time Series Outliers on Sample Autocorrelations*", *Test*, 4, pp. 179-186.
- Chang, I., G. C. Tiao y C. Chen (1988), "*Estimation of Time Series Parameters in the Presence of Outliers*", *Technometrics*, 30, pp. 193-204.
- Chen, C., L. M. Liu y G. B. Hudak (1990), "*Outlier Detection and Adjustment in Time Series Modeling and Forecasting*", Working Paper Series.SCA.
- Chen, C. y L. M. Liu (1993a), "*Joint Estimation of Model Parameters and Outlier Effects in Time Series*", *Journal of the American Statistical Association*, 88, pp. 284-297.
- Espasa, A. y J. R. Cancelo (1993), *Métodos cuantitativos para el análisis de la coyuntura económica*, Madrid, Alianza editorial.