

La capacidad predictiva en los métodos Box-Jenkins y Holt-Winters: una aplicación al sector turístico

José Felipe Jiménez Guerrero • Juan Carlos Gázquez Abad • Raquel Sánchez Fernández
Universidad de Almería

RECIBIDO: 15 de febrero de 2005

ACEPTADO: 3 de marzo de 2006

Resumen: En el presente trabajo se realiza un análisis de la capacidad predictiva de dos métodos ampliamente utilizados, la metodología Box-Jenkins y el procedimiento de Holt-Winters, llevándose a cabo un estudio a partir de una serie con estacionalidad procedente del sector turístico. Después de exponer los contenidos teóricos de las dos metodologías utilizadas y los fundamentos básicos de las series temporales como método de predicción, se realiza una revisión de la literatura existente relativa a la utilización de series temporales para la predicción de datos en el sector turístico de nuestro país, finalizando con la comparación de las predicciones obtenidas por ambos métodos con los valores reales de la serie para el año 2003, usando los estadísticos RECM, MAE y MAPE. La serie utilizada es "Viajeros alojados en establecimientos hoteleros de la provincia de Almería" durante el período 1993-2002, serie que presentaba una estacionalidad muy acentuada y que se prestaba a un análisis de este tipo.

Palabras clave: Métodos cuantitativos / Predicción / Series temporales / Demanda turística / Box-Jenkins / Holt-Winters.

Box-Jenkins and Holt-Winters Procedures Forecasting Accuracy: An Application on Tourism Sector

Abstract: In this paper, we have analyzed forecasting accuracy of two widely used statistics models: the Box-Jenkins and Holt-Winters procedures. These models are used in a seasonality time series belonging to the tourism sector in Almería (Spain). First, we expose the theoretical approaches applied. After this, we developed an overview of the literature that used time series models to forecasting tourism's variables in Spain. For our empirical analysis, the time series used in this paper is "Tourists stayed in hotels of Almería" over the period from 1993 to 2002, which presents a long seasonality. We finished comparing the forecasting accuracy of both models, using values referring to 2003 year. In order to do this, we used three error measures like RMSE (Root mean squared error), MAE (Mean absolute error), and MAPE (Mean absolute percentage error).

Key Words: Quantitative methods / Forecasting / Tourism demand / Time series / Box-Jenkins / Holt-Winters.

INTRODUCCIÓN

La madurez del sector turístico y su elevado nivel de competitividad, han dado lugar a que en la actualidad esté considerado como la mayor industria a nivel mundial, estando, además, en constante crecimiento. En algunas áreas de conocimiento como el marketing, se está produciendo un incremento importante en la investigación turística, no sólo en cantidad, sino, fundamentalmente, en la riqueza, profundidad y sofisticación del tipo de investigaciones realizadas (Chandra y Menezes, 2001). En este sentido, cabe destacar el elevado interés que se está produciendo en la aplicación de técnicas estadísticas de análisis multivariante en la investigación turística, al objeto de su utilización en análisis de marketing tales como segmentación, posicionamiento, comportamiento del consumidor o predicción de la demanda (Punj y Stewart, 1983), siendo ésta última una de las funciones principales que deben desarrollar los directivos de marketing dentro de la gestión empresarial (Frees y Miller, 2004), tanto en el ámbito

público como privado (González y Moral, 1995).

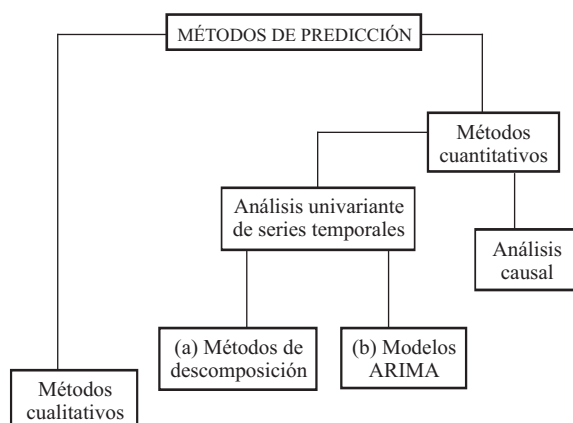
Durante las últimas tres décadas, se ha producido un importante incremento en el número de trabajos publicados sobre modelización y predicción de la demanda turística, tanto en el ámbito nacional como internacional (p. e., Almagro, 1979; Daniel y Ramos, 2002; Durán y Flores, 1998; Esteban, 1987, 1996, 1997; Garín-Muñoz y Pérez, 2000; Ledesma y Navarro, 2000; Lim, 1997; Martínez, 1995, 1999; Otero, 1996, 1999; Otero y Trujillo, 1998; Padilla, 1986; Sanders, 1997; Sorensen, 2003; Witt y Witt, 1995; Zou y Yang, 2004). El creciente interés que se está produciendo en este área está muy relacionado con la importante expansión de la industria turística a nivel internacional, tanto en las economías desarrolladas como en aquellas que están aún en fase de desarrollo (Song, Witt y Jensen, 2003). Por ello, resulta necesario conocer que técnicas estadísticas se muestran más adecuadas para la modelización y predicción de las diferentes variables turísticas.

LAS SERIES TEMPORALES COMO MÉTODOS DE PREDICCIÓN: MÉTODOS BOX-JENKINS Y HOLT-WINTERS

MÉTODOS DE PREDICCIÓN: LAS SERIES TEMPORALES

Los métodos de predicción pueden ser agrupados en dos grandes categorías: métodos cualitativos y métodos cuantitativos (Uriel y Muñiz, 1993). En la figura 1 podemos observar una clasificación de los principales métodos de predicción utilizados. Los primeros se emplean en aquellas situaciones en las que el pasado no proporciona información directa sobre el fenómeno considerado, como ocurre, por ejemplo, en marketing con la aparición de productos totalmente nuevos en el mercado, de los cuales no se tiene ningún tipo de referencia.

Figura 1.- Clasificación de los métodos de predicción



(a) Modelos ARIMA: metodología Box-Jenkins
 (b) Métodos de descomposición: modelo Holt-Winters

FUENTE: Uriel y Muñiz (1993).

Por el contrario, en los métodos cuantitativos el objetivo es extraer toda la información posible contenida en los datos y, en base al patrón de conducta seguida en el pasado, realizar estimaciones sobre el futuro. En relación a este tipo de métodos, se pueden considerar dos enfoques alternativos (Law, 2000): análisis univariante de series temporales y análisis causal.

Una serie temporal, también llamada serie cronológica o histórica, puede definirse como

una sucesión de observaciones de una variable en distintos momentos del tiempo (Uriel y Muñiz, 1993). Básicamente, lo que se pretende con el estudio de las series temporales es el conocimiento de una variable a través del tiempo para, a partir de este conocimiento, y bajo el supuesto de que no se van a producir cambios estructurales, poder realizar predicciones. Es, por tanto, la estabilidad temporal del conjunto de factores causales que operan sobre la variable dependiente, el elemento clave sobre el que se articulan las predicciones a través de series temporales (Wilson, Okunev, Ellis y Higgins, 2000).

En los modelos causales (también conocidos como modelos econométricos) se tienen en cuenta factores externos que pueden influir en la variable objeto de estudio. Por el contrario, en el análisis univariante no se necesita conocer ninguna relación de causalidad explicativa del comportamiento de la variable endógena ni, en su defecto, ninguna información relativa al comportamiento de otras variables explicativas, ya que en este caso no existe este tipo de variables.

La predicción univariante se utiliza en problemas económicos, principalmente con dos objetivos (Chatfield, 1989):

- La predicción de algunas variables explicativas de un modelo causal, cuando se espera que en el futuro conserven algunas de las características de su evolución en el pasado.
- La predicción a corto plazo, debido a su gran capacidad para recoger la dinámica en el comportamiento de la variable estudiada. Además, y en condiciones normales, cuando no existen bruscas alteraciones respecto a la experiencia reciente de la variable, estos métodos proporcionan buenas predicciones.

Entre las técnicas univariantes existen algunas sencillas, como por ejemplo los modelos autorregresivos de primer orden, o los modelos de tendencia lineal o exponencial, mientras que otras técnicas resultan más complejas, (p.e. los modelos Box-Jenkins o los modelos de función de transferencia).

El análisis de series temporales proporciona una solución ideal para el tratamiento de una serie de datos que se encuentren correlacionados

(Box, Jenkins y Reinsel, 1994; Brockwell y Davis, 1991; du Preez y Witt, 2003; Harvey, 1993; Kapoor, Madhok y Wu, 1981). Su uso se encuentra ampliamente difundido en múltiples ámbitos, así como en sectores de muy diversa naturaleza (Chatfield, 1978 y 1989; Faraway y Chatfield, 1998; Hoptroff, 1993; Kao y Huang, 2000, entre otros), demostrándose su validez predictiva y su utilidad en la ayuda para la toma de decisiones (Zou y Yang, 2004). Ello es debido, principalmente, a que las predicciones a corto plazo que proporciona el análisis de series temporales, sirve como excelente complemento a la información estadística disponible, la cual suele obtenerse de modo diferido y con cierto retraso, impidiendo a la empresa realizar un análisis del sector y tomar decisiones hasta que dicha información está disponible (González y Moral, 1995; Otero y Trujillo, 1998).

En las organizaciones actuales, se reconoce la importancia estratégica y el valor que puede aportar la utilización de técnicas de previsión en todas las áreas organizacionales (Makridakis, 1996) como por ejemplo en el campo de la economía de la empresa, donde la utilización de los modelos de series temporales suele ser frecuente al plantearse continuamente el problema de la toma de decisiones (Duran y Flores, 1998; Sanders, 1997; Sanders y Manrodt, 1994; Wilson *et al.*, 2000; Zou y Yang, 2004) o en el ámbito del marketing, donde también es frecuente su utilización para la predicción, entre otros, de aspectos como el nivel de ventas, la cuota de mercado futura, o la relación entre gastos publicitarios y participación del mercado, tanto en mercados de consumidores como en mercados industriales (Dalrymple, 1975 y 1987; Helmer y Johansson, 1977; Kahn y Mentzer, 1995; Kapoor *et al.*, 1981; Mabert y Radcliffe, 1974; Mentzer y Cox, 1984; Moriarty y Adams, 1979; Tiao y Pack, 1975). Y es que, las ventajas que presenta el análisis de series temporales sobre otros métodos econométricos de predicción son considerables (Geurts e Ibrahim, 1975; Kulendran y King, 1997; Kulendran y Witt, 2001) a pesar de que existen autores que ponen de manifiesto el rendimiento superior que presentan otros métodos frente al análisis de series temporales (p. e. Kim y Song, 1998; Song, Romilly y Liu, 1998).

Esta disparidad en relación al mejor rendimiento de las series temporales en detrimento de otros métodos econométricos de predicción puede deberse, fundamentalmente, a tres motivos (Song *et al.*, 2003):

- El rendimiento de los modelos econométricos es muy sensible a las diferentes metodologías utilizadas (Clements y Hendry, 1998; Gustavsson y Nordström, 2001; Lim y McAleer, 2001).
- La existencia de diferentes frecuencias en los datos puede conducir a diferentes conclusiones. Así por ejemplo, es habitual comparar técnicas estadísticas que utilizan datos anuales frente a datos cuatrimestrales (p. e. Kim y Song, 1998; Song *et al.*, 1998).
- Los estudios econométricos asumen, habitualmente, que la estructura del modelo permanece constante a lo largo del tiempo, lo cual no es compatible con la situación en sectores como el turismo, donde existe una constante evolución (Lise y Tol, 1999), siendo en estas situaciones donde las series temporales proporcionan mejores resultados que los modelos econométricos.

MÉTODOS BOX-JENKINS Y HOLT-WINTERS

Modelos ARIMA: modelos de Box-Jenkins

La metodología de los modelos ARIMA¹ fue formalizada por Box y Jenkins en 1976, por lo que también se les denomina modelos Box-Jenkins. Este enfoque parte del hecho de que la serie temporal que se trata de predecir es generada por un proceso estocástico cuya naturaleza puede ser caracterizada mediante un modelo. Para efectuar la estimación de un modelo ARIMA se requiere de una serie temporal mensual o trimestral que cuente con un elevado número de observaciones. Básicamente, la metodología Box-Jenkins consiste en encontrar un modelo matemático que represente el comportamiento de una serie temporal de datos, y permita hacer previsiones únicamente introduciendo el período de tiempo correspondiente (Chatfield, 1989).

En los modelos ARIMA univariantes se explica el comportamiento de una serie temporal a partir de las observaciones pasadas de la propia

serie y a partir de los errores pasados de previsión. La notación compacta de los modelos ARIMA es la siguiente:

$$ARIMA(p,d,q) \quad [1]$$

donde p es el número de parámetros autorregresivos, d es el número de diferenciaciones para que la serie sea estacionaria, y q es el número de parámetros de medias móviles. El modelo *Box-Jenkins ARMA* (p,q) viene representado por la siguiente ecuación:

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + L + \phi_p y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - L - \theta_q a_{t-q} \quad [2]$$

La parte autorregresiva (AR) del modelo es $\phi_1 y_{t-1} + L + \phi_p y_{t-p}$, mientras que la parte de medias móviles del modelo (MA) es $-\theta_1 a_{t-1} - L - \theta_q a_{t-q}$. Los coeficientes de los parámetros $\phi_0, \phi_1, L, \phi_p, \theta_1, L, \theta_q$ son determinados a partir de los datos, a través de cualquier método estadístico consistente.

El método Box-Jenkins proporciona predicciones sin necesidad de la existencia de ningún tipo de condición previa, además de ser parsimonioso respecto a los coeficientes (Chatfield, 1989). Además, una vez encontrado el modelo, se pueden efectuar de manera inmediata predicciones y comparaciones entre datos reales y estimados para observaciones pertenecientes al pasado (Parreño, de la Fuente, Gómez y Fernández, 2003). Sin embargo, además de requerir un elevado número de observaciones, la estimación e interpretación de sus coeficientes es compleja, y proporciona peores resultados en previsiones a largo plazo (Helmer y Johansson, 1977).

Métodos de descomposición: el método Holt-Winters

Una segunda alternativa a la hora de analizar series temporales son los llamados métodos clásicos de descomposición. En este caso se suele considerar que la serie se puede descomponer en todos o algunos de los siguientes componentes: a) tendencia, b) factor cíclico; c) estacionalidad y d) componente irregular (Uriel y Muñiz, 1993).

Según los métodos de descomposición, las series son el resultado de la integración de esos cuatro componentes, bien de modo aditivo (las

fluctuaciones no se ven afectadas por la tendencia) o de modo multiplicativo (las fluctuaciones varían con la tendencia). Así, cuando una serie sigue un esquema multiplicativo y presenta estacionalidad, es el método de la razón a la media móvil el más apropiado, por su consistencia y uso, para eliminar el factor estacional.

Una vez desestacionalizada la serie podremos realizar predicciones para periodos futuros. En las series temporales que siguen una tendencia aproximadamente lineal, y además están sometidas a la incidencia del factor estacional, el método de predicción más adecuado resulta ser el método de Holt-Winter. La aplicación de este método parte de un modelo teórico que va a servir de base para la predicción y que podemos expresar de la siguiente forma (Uriel y Muñiz, 1993):

$$Y_t = (b_0 + b_1) E_t + \mu_t \quad [3]$$

donde b_0 es el componente permanente, b_1 la pendiente de la recta y E_t el factor estacional multiplicativo. El método plantea tres ecuaciones de alisado para estimar estos componentes.

$$S_t = \alpha \frac{Y_t}{C_{t-L}} + (1 - \alpha) (S_{t-1} + b_{1,t-1}) \quad 0 < \alpha < 1 \quad [4]$$

$$b_{1,t} = \beta (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) b_{1,t-1} \quad 0 < \beta < 1 \quad [5]$$

$$C_t = \gamma \frac{Y_t}{S_t} + (1 - \gamma) C_{t-L} \quad 0 < \gamma < 1 \quad [6]$$

Para poder realizar predicciones utilizando el método de Holt-Winters se requiere conocer los valores iniciales y los valores de las constantes α, β , y γ . Los valores iniciales necesarios para iniciar los cálculos recursivos son $L+2$, correspondientes a los L factores estacionales del año anterior, a la primera observación y al nivel y pendiente del período 0.

REVISIÓN DE LA LITERATURA DE ANÁLISIS ECONÓMICO EN INDICADORES TURÍSTICOS EN ESPAÑA

El turismo ha sido uno de los sectores que mayor atención ha recibido en los últimos años

en el ámbito económico, debido al papel tan importante que desempeña en la estructura productiva de un país (Sorensen, 2003), siendo incluso considerado como la industria de mayor importancia a nivel mundial (Daniel y Ramos, 2002). De hecho, los ingresos por turismo constituyen uno de los soportes básicos del equilibrio de la balanza por cuenta corriente (Busian, 1996), por lo que es indudable la extrema importancia que tiene para la economía de un país la predicción de la demanda turística futura (Daniel y Ramos, 2002).

La metodología empleada para el análisis del sector turístico ha sido muy variada, persiguiéndose, fundamentalmente, dos tipos de objetivos: por un lado la modelización de los cambios del sector turístico y, por otro, la obtención de previsiones de la evolución futura de la demanda turística (Weatherford y Kimes, 2003). Esta variedad metodológica se debe, tal y como indican Witt y Witt (1992, 1995) y Song y Witt (2000), a la no existencia de un único procedimiento de predicción válido, dependiendo la metodología a utilizar de la situación objeto de análisis. En el caso del turismo, este aspecto es más pronunciado, ya que factores como la estacionalidad² hacen más complicada la predicción y modelización de la demanda turística (Kawasaki y Frances, 1996), lo que se ve acentuado por la diversidad de actividades que comprende el sector turístico (Garín-Muñoz y Pérez, 2000). En este sentido, Narayan (2003) identifica dos grandes períodos dentro de los trabajos econométricos existentes sobre modelización de la demanda turística: el primero, hasta 1995, donde se utilizaban técnicas econométricas más sencillas y otro, a partir de esa fecha, en el que comienzan a proliferar trabajos que combinan diferentes técnicas y emplean métodos más complejos para dicha estimación.

Esta importancia económica del sector turístico ha tenido, igualmente, su reflejo en nuestro país. Así, en el año 2003 se ingresaron unos treinta y siete mil millones de euros, lo que supuso un incremento del 10% respecto a las cifras de 2002, situándose nuestro país, y por vez primera en 1998, como el segundo mayor destino turístico del mundo por detrás de Francia (Parreño *et al.*, 2003).

Respecto a los trabajos que analizan el sector turístico en nuestro país utilizando estas metodologías, podemos encuadrarlos en dos grandes grupos: por un lado, y en función de la perspectiva tratada dentro del sector turístico, podemos observar como son muchos los trabajos que se han centrado en los flujos de turistas extranjeros en territorio español, existiendo trabajos regionales de gran importancia; por otro lado, algunos estudios se han centrado en el análisis de los ingresos por turismo de la región en cuestión o a nivel nacional. En la tabla 1 se indica cuál de estas dos variables son las que analizan algunos de los principales trabajos sobre modelización turística publicados en nuestro país.

Como podemos observar en nuestro país predominan los trabajos que han intentado modelizar el flujo de turistas que nos visitan, siendo menor el número de trabajos que han intentado predecir el nivel de ingresos turísticos. En cuanto a los modelos econométricos considerados, son las modelizaciones multivariantes que toman como base una única ecuación de comportamiento, es decir, las modelizaciones univariantes, las que, debido a sus facilidades en términos de información estadística, son las principalmente utilizadas. Ello se debe a que la disponibilidad de datos dificulta en muchos casos el afrontar modelos que enlacen distintas ecuaciones, como podrían ser los modelos de ecuaciones simultáneas, o los modelos dinámicos de ecuaciones múltiples, como es el caso de los modelos VAR. Espasa (1996) expone la necesidad de realizar estudios econométricos cada vez más desagregados para poder captar todas las particularidades de los grupos homogéneos de visitantes, considerando, no obstante, este trabajo difícil de llevar a cabo debido a las deficiencias de datos que existen.

Si llevamos a cabo una breve revisión de los trabajos que analizan el sector turístico de nuestro país, uno de los primeros estudios desarrollados en esta línea fue el de Pulido (1966). Su propuesta pretendía encontrar una modelización válida para el estudio del sector turístico contemplando los flujos internacionales de turistas.

Para ello, diferenciaba entre 17 países emisores y 14 zonas de destino, aunque uno de sus grandes obstáculos fue la información estadística

con la que trabajar por lo que tuvo que llevar a cabo filtrados de series y elaboración de información estadística inédita.

Tabla 1.- Variable de análisis (flujo turístico/ingresos turísticos) en los principales estudios sobre modelización turística en España

TRABAJO	FLUJO	INGRESOS
Pulido (1966)	✓	
Almagro (1979)		✓
Cercle d'estudis economics de les Illes Balears (1980)	✓	✓
Almagro (1982)		✓
Padilla (1986)		✓
Bru y Usach (1987)	✓	
Espasa y Cancedo (1993)		✓
Martínez (1995)	✓	
Esteban (1996)	✓	
Otero (1996)	✓	
García-Ferrer y Queralt (1997)	✓	
Otero y Trujillo (1998)	✓	
Martínez (1999)	✓	
Otero (1999)	✓	
Garín-Muñoz y Pérez (2000)	✓	
Ledesma y Navarro (2000)	✓	

FUENTE: Elaboración propia.

Posteriormente, Almagro (1979) lleva a cabo una modelización ARIMA estacional de las series “entrada de extranjeros y no residentes” como proxy de los ingresos por turismo. En este caso la serie recogía 156 observaciones que comprendían desde Enero de 1965 a Enero de 1978. La mayor aportación de este trabajo es la obtención de un modelo univariante que modelizaba el comportamiento de series turísticas, aunque no puso especial énfasis en las capacidades predictivas. Posteriormente, este mismo autor en 1982, desarrolla un trabajo donde analiza igualmente los ingresos por turismo utilizando modelos multivariantes de estimación.

El Cercle d'Estudis Economics de les Illes Balears (1981) realiza un trabajo que estudia dos tipos de modelos distintos: por un lado, un análisis multivariante en el que introduce tanto variables turísticas como variables económicas y sociales que se consideran relevantes para el estudio de los ingresos por turismo, realizando distintas regresiones en función del país de procedencia del turista; en una segunda parte del trabajo se realiza una modelización univariante de la serie total de entradas en el aeropuerto de Palma de Mallorca, diferenciando por nacionali-

dades, de modo que se llevan a cabo previsiones de entrada de turistas de diferentes países.

La metodología de Box-Jenkins volvió a ser usada por Bru y Usach (1987), llevando a cabo el análisis de la serie mensual “Pernoctaciones totales en la Comunidad Valenciana” durante el periodo 1975-1985. En este segundo caso el modelo estimado es usado con fines predictivos, aunque según los autores, las estimaciones realizadas perdían capacidad previsional a partir del cuarto periodo.

Ya en la década de los noventa, Espasa y Cancedo (1993) realizan un análisis econométrico del turismo en España en el que llevan a cabo la estimación de dos modelos relacionados. En uno de ellos la variable endógena escogida son los “Ingresos totales reales”, mientras que en el segundo la variable dependiente pasa a ser “Número total de turistas entrados en España”. Para realizar la modelización en ambos casos, hacen uso de una serie de variables explicativas que mantienen una estructura de retardos, y que, en ambos casos, son las mismas. La interrelación de los dos modelos podría asemejarse a un modelo VAR, sin embargo las variables endógenas no intervienen como exógena en la modelización de la otra variable dependiente, siendo la intención de los autores realizar un análisis de causalidad dinámica.

Martínez (1995 y 1999) analiza el turismo procedente de Alemania y Gran Bretaña, respectivamente. En ambos casos, el autor analiza el turismo por país de procedencia y elabora un modelo basado en una sola ecuación en la cual introduce como variable dependiente “la entrada de turistas alemanes/ingleses por el aeropuerto de Málaga”, y como variables explicativas la relación entre el coste de la vida en España y en el conjunto de países competidores, los valores del PIB en Alemania/Inglaterra y la relación entre la variación del coste de la vida en España y en Alemania/Inglaterra. El autor realiza la modelización trabajando con la transformación logarítmica de las variables explicativas antes citadas, e introduciendo variables ficticias para modelizar la estacionalidad. Su intención es explicar en que medida influye cada uno de estos factores en la llegada de visitantes a la provincia de Málaga.

Destacamos también dos trabajos de Otero (1996 y 1999) sobre modelizaciones turísticas.

En el primero, lleva a cabo un análisis multivariante sobre los factores determinantes de la entrada de pasajeros a través del aeropuerto de Málaga. Para la modelización estima cuatro modelos alternativos, incluyendo el más adecuado, componentes dinámicos para modelizar la estacionalidad. Las variables explicativas³ son retardadas cuatro periodos para poner de manifiesto la correlación existente entre un año y el mismo periodo del año anterior. El modelo estimado es usado para realizar predicciones con un horizonte de cuatro periodos y un análisis casual en función de alteraciones de las variables explicativas (Otero, 1996).

En un segundo trabajo analiza las fluctuaciones cíclicas del turismo en Andalucía (Otero, 1999). En este caso el estudio lo realiza partiendo de un análisis univariante sobre la serie de pernoctaciones hoteleras, realizando una modelización ARIMA para la obtención del componente tendencia-ciclo. Con este trabajo se realiza un análisis de ciclos para tratar de prever la tendencia del sector turístico andaluz, además de realizar un análisis de la evolución entre los años 1979-1998. Como principales conclusiones extraídas de este trabajo, destaca, en primer lugar, que el sector turístico se comporta de forma procíclica, aunque sufre un desfase temporal de dos o tres trimestres respecto del PIB, lo cual supone que el PIB se puede considerar un indicador adelantado del sector turístico. Una segunda conclusión que extrae el autor es que las recesiones son más acusadas en el sector turístico que en el PIB.

García-Ferrer y Queralt (1997) realizan un análisis de la influencia de variables como el precio de los servicios turísticos y el nivel de ingresos de los turistas en la demanda internacional de servicios turísticos en España. Estos autores concluyen que la contribución de estas variables en términos de predicción y de consistencia del modelo es nula cuando se compara con modelos univariantes alternativos. Por otra parte, concluyen que, en la medida que se trabaja con predicciones a medio y largo plazo, la utilización de los indicadores de capacidad de predicción agregadas más tradicionales, tales como el RECM y el MAE, no ayudan mucho a la hora de discriminar entre diferentes alternativas de predicción, siendo más adecuado en estos casos la utilización de las tasas de crecimiento anuales

como alternativa de medición de la capacidad predictiva.

Otero y Trujillo (1998) realizan una predicción de la demanda turística en establecimientos de Andalucía en el corto plazo (3 meses), utilizando un modelo ARIMA frente a modelos de transformación que utilizan de modo combinado variables como las camas ocupadas por noche, el número de camas existente, la tasa de ocupación y las expectativas de los clientes. Los datos los extraen del *Movimiento de Viajeros en Establecimientos Hoteleros*, publicada por el Instituto Nacional de Estadística. Estos autores concluyen la conveniencia de utilizar modelos que combinen las diferentes variables, si bien ponen de manifiesto la mayor dificultad que exige la estimación de los mismos.

Garín-Muñoz y Pérez (2000) miden el impacto que los determinantes económicos tienen para la demanda turística internacional de servicios turísticos en nuestro país. Utilizando un modelo de regresión y datos de panel de diecisiete países durante el período 1985-1995, analizan la influencia que, sobre el número de noches por turista que visita nuestro país, tienen variables como el nivel de ingresos, los precios, el tipo de cambio de nuestra moneda o incidentes como la guerra del Golfo. Los países analizados son tanto europeos (Alemania, Reino Unido, Francia, Italia, Bélgica, Holanda, Suiza, Suecia, Portugal, Dinamarca, Irlanda, Noruega y Grecia), americanos (Estados Unidos, Canadá y México), y asiáticos (Japón).

Ledesma y Navarro (2000) llevan a cabo el estudio de la demanda de servicios turísticos en la isla de Tenerife. Para ello hacen uso de distintos modelos tanto estáticos como dinámicos, introduciendo modelos de ecuaciones simultáneas estimadas tanto por mínimos cuadrados bietápicas como trietápicas, realizando por último un proceso de simulación para los distintos países de procedencia del turista.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA

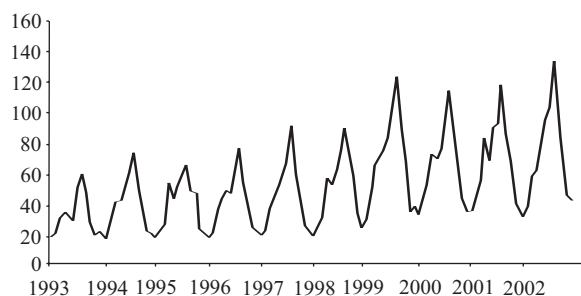
El objetivo del análisis empírico es el de comparar la capacidad predictiva de dos métodos de predicción ampliamente utilizados, por una

parte la metodología Box-Jenkins, y por otra el procedimiento de Holt-Winters basado en los métodos clásicos de descomposición, aplicándolo en ambos casos a una serie con estacionalidad procedente del sector turístico. Esta comparación se realiza mediante la diferencia entre la previsión que proporciona cada una de las metodologías (utilizando tres estadísticos de fiabilidad de predicción: el RECM, el MAE y el MAPE) y el valor real (ya conocido).

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos planteados, utilizamos la serie mensual *Viajeros alojados en establecimientos hoteleros en la Provincia de Almería* durante el periodo 1993-2002, proceden de la *Encuesta de Ocupación Hotelera* (hasta 1999, *Encuesta de movimientos de viajeros en establecimientos hoteleros*) que mensualmente realiza el Instituto Nacional de Estadística. Como se aprecia en la figura 2, la serie presenta una elevada estacionalidad con máximos en los meses estivales y mínimos en la temporada invernal.

Figura 2.- Viajeros alojados en establecimientos hoteleros en Almería 1993-2002 (miles)



A partir de la modelización de esta serie, realizamos predicciones para el año 2003 evaluando la capacidad predictiva del modelo a través de diferentes criterios de jerarquización, bajo la premisa de conocer los datos reales del año de predicción.

El hecho de analizar una serie en la que el factor estacional está muy acentuado requiere de un tratamiento previo si pretendemos realizar predicciones. Este paso consiste en la desestacionalización de la serie, utilizándose para ello el

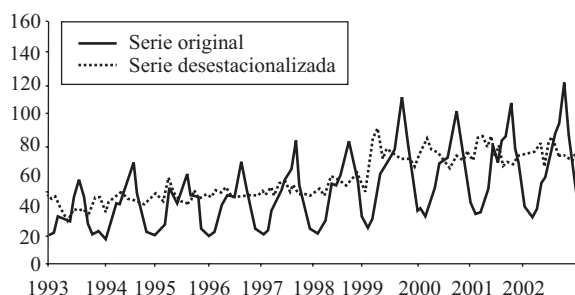
método más extendido en este ámbito: la razón a la media móvil.

Este procedimiento consiste en sustituir los datos reales por la media aritmética de cada cantidad en el año en cuestión y la de los n valores que le preceden. Así, la media móvil (de orden n) del año t sería:

$$V_t^{(n)} = \frac{V_t + V_{t-1} + V_{t-2} + \dots + V_{t-n}}{(n + 1)} \quad [8]$$

Como resultado de la aplicación del procedimiento anterior obtenemos una nueva serie más suavizada, y libre del componente estacional. En la figura 3 podemos observar el contraste entre la serie original, muy fluctuante y la serie desestacionalizada, con una línea más suavizada.

Figura 3.- Viajeros alojados en establecimientos hoteleros en Almería 1993-2002. Serie real y serie desestacionalizada (miles de viajeros)



La metodología de Box-Jenkins se ha llevado a cabo con la ayuda del programa informático TRAMO-SEATS (Gómez y Maravall, 1996). Este programa, que realiza la estimación a través del método de máxima verosimilitud, mejorando la precisión que ofrece la estimación tradicional, obtiene el modelo ARIMA del cual procede la serie objeto de estudio.

RESULTADOS

Utilizando TRAMO-SEATS, se estima un modelo ARIMA estacional $(0,1,1) \times (0,1,1)_{12}$ que responde a la siguiente especificación:

$$(1-B) (1-B^{12})LAl_{jt} = (1-0.81061B) (1-0.7336B^{12}) a_t \quad [9]$$

Como paso previo a la obtención del proceso generador de los datos se realiza un análisis de estacionalidad de la serie, decidiendo trabajar con la serie transformada, a la que se le han aplicado dos transformaciones sucesivas. La primera consiste en aplicar logaritmos con el objeto de suavizar el componente estacional:

$$Laloj_t = \ln (Aloj_t) \quad [10]$$

Adicionalmente, se ha realizado otra transformación en la que se han llevado a cabo dos diferenciaciones de esta serie transformada, una primera diferencia de la serie y una diferencia estacional.

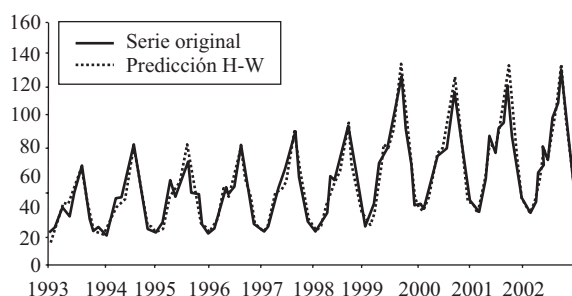
$$Taloj_t = (1 - B) (1 - B^{12}) LAlój_t \quad [11]$$

El programa lleva a cabo la descomposición de la serie en sus componentes tendencia, ciclo, componente estacional e irregular. Una vez llevada a cabo la estimación, el programa realiza la predicción de la serie original de alojados para 24 periodos, si bien, y para llegar a obtener resultados de la capacidad predictiva, sólo se ha hecho uso de las predicciones correspondientes al primer año, puesto que se contaba con las realizaciones para ese periodo.

Por otra parte, y tal y como se ha indicado con anterioridad, para hacer operativo el método de Holt-Winters se requiere conocer los valores iniciales y los valores de las constantes α , β y γ . Los valores iniciales necesarios para efectuar los cálculos recursivos son $L+2$, correspondientes a los L factores estacionales del año anterior, a la primera observación y al nivel y pendiente del período 0. Para el cálculo de estos valores iniciales es válido aplicar los coeficientes de estacionalidad calculados con otros procedimientos (p.e. los calculados en el método de la razón a la media móvil), así como la pendiente y la ordenada en el origen obtenidas al ajustar una recta a la serie desestacionalizada. En cuanto a los coeficientes de alisado, según los estudios realizados, los valores óptimos están situados entre 0,05 y 0,4 (Uriel, 1993, p. 473). En nuestro caso, y para un valor de $\alpha=0,25$, $\beta=0,05$ y $\gamma=0,4$, la raíz del error cuadrático medio es mínima, por lo que estos valores son los que consiguen unas

mejores predicciones. Esto se aprecia con mayor claridad en la figura 4, en la que casi se superponen los valores originales de la serie con las predicciones obtenidas por Holt-Winters.

Figura 4. Serie original y predicción Holt-Winters (1993-2002) (miles de viajeros)



CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MODELO BOX-JENKINS VS. HOLT-WINTERS

Para concluir con el objetivo planteado en este trabajo, exponemos a continuación los resultados de las predicciones mensuales para el año 2003 de cada uno de los modelos.

Al disponer de los datos reales proporcionados por la *Encuesta de Ocupación Hotelera* para ese año, podemos evaluar la capacidad predictiva de ambos métodos. Para ello se utilizan tres estadísticos para cuantificar globalmente los errores de predicción: la raíz del error cuadrático medio (RECM), el error absoluto medio (MAE), y el error absoluto medio porcentual o relativo (MAPE). Las fórmulas para la obtención del RECM, del MAE y del MAPE, son las siguientes:

$$RECM = \sqrt{\sum \frac{e_t^2}{N}} \quad [12]$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum |e_t| \quad [13]$$

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{e_t}{y_t} \right| \times 100 \quad [14]$$

donde e_t es el error, calculado como diferencia entre los valores reales y los valores que estima el modelo, e y_t son los valores observados.

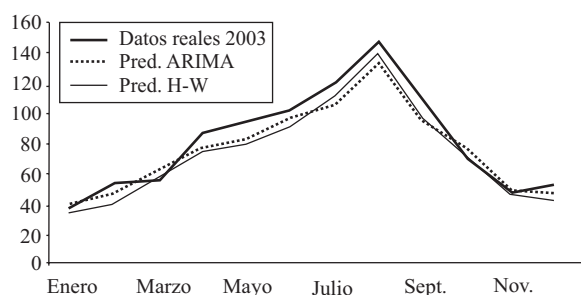
En la tabla 2 podemos observar las previsiones que para cada uno de los meses del año 2003 realiza cada uno de los modelos, comparándolas con el valor real de dicha serie para ese año, así como el valor de los estadísticos de fiabilidad de predicciones RECM, MAE y MAPE que cada modelo proporciona. En el análisis de series temporales se selecciona aquel modelo que, en la predicción de períodos presentes y pasados, arroja errores de predicción menores, es decir, arroja un RECM, un MAE o un MAPE menor (Uriel, 1993, p. 407).

Tabla 2- Resultados previsión modelos Box-Jenkins, Holt-Winters y resultados reales. Año 2003 (miles de viajeros)

MES	VIAJEROS AÑO 2003	PREDICCIONES AÑO 2003	
		Holt-Winters	Box-Jenkins
Enero	37,5	34,6	39,9
Febrero	54,1	41,6	48,0
Marzo	56,7	59,0	63,8
Abril	86,0	74,7	77,4
Mayo	93,3	80,8	82,6
Junio	102,0	92,3	96,5
Julio	120,1	111,2	105,6
Agosto	146,5	138,4	131,9
Septiembre	109,6	98,3	96,6
Octubre	71,6	74,5	76,1
Noviembre	50,1	46,6	51,3
Diciembre	53,5	42,7	47,9
RECM		8,93	8,94
MAE		7,2	5,3
MAPE		10,45	9,18

Analizando en detalle las predicciones mensuales, podemos observar en la figura 5, como los mayores errores tienen lugar en ambos métodos en los meses de mayor estacionalidad, siendo muy coincidentes en los meses invernales. Además, de forma generalizada, los valores pronosticados son inferiores a los reales.

Figura 5.- Predicción Box-Jenkins, Holt-Winters y valores reales. Año 2003 (miles de viajeros)



A la vista del análisis realizado encontramos un resultado dispar en el comportamiento de los estadísticos RECM, MAE y MAPE, que dan prioridad, en el caso de RECM, a los modelos clásicos, y en el caso de MAE y MAPE a los modelos ARIMA. Efectivamente, mientras que el estadístico RECM ofrece un resultado de 8,93 en la predicción Holt-Winters, en el modelo ARIMA es, sin embargo, ligeramente superior (8,94). En cambio con los estadísticos MAE y MAPE ocurre al contrario, al obtenerse un valor de 7,2 y 10,45, respectivamente, en el modelo clásico mientras que en el modelo ARIMA es de 5,3 y 9,18, respectivamente .

Dado que de los tres estadísticos estimados, en dos de ellos (MAE y MAPE) el valor del estadístico del enfoque ARIMA es inferior al del modelo clásico, y en el otro criterio (RECM), el valor del estadístico para el modelo Holt-Winter es inferior, pero únicamente lo es en una centésima, elegimos la predicción ARIMA frente a los modelos Holt-Winters. Por ello, si quisiéramos realizar predicciones para el año 2004 o sucesivos, utilizaríamos los modelos autorregresivos en lugar de la metodología clásica.

CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Uno de los aspectos fundamentales para la gestión de la empresa turística es conocer cuál va a ser el nivel de demanda para los períodos venideros. Existen múltiples procedimientos estadísticos que pueden ayudar a los gerentes a conocer dichos valores y, lo más importante, de un modo ciertamente fiable. Uno de los procedimientos más utilizados en los trabajos que sobre análisis estadístico del sector turístico se han utilizado, y motivado en gran medida por su inmediatez, han sido las series temporales. Estas consisten en la previsión de los valores futuros de una variable, utilizando las observaciones pasadas que de la misma se poseen, partiendo del supuesto que el comportamiento que ha tenido una variable en el pasado, se va a prolongar en el futuro.

Existen diferentes alternativas de modelización de los valores futuros de una variable utilizando los datos de una serie temporal, entre los que se encuentran los procedimientos autorregre-

sivos y de medias móviles, y los procedimientos de descomposición clásicos de la serie en diferentes subciclos. Para el caso de nuestra variable, “Viajeros alojados en establecimientos hoteleros en la provincia de Almería”, los modelos ARIMA producen mejores resultados que los procedimientos clásicos de descomposición de series temporales, si bien los resultados obtenidos indican que ambas metodologías tienen una capacidad predictiva similar. Una de las razones principales de este hecho viene motivado por el fuerte componente estacional que posee esta variable, aspecto que es común en el sector turístico para un elevado número de variables, ya que es habitual que las cifras turísticas se disparen en los períodos vacacionales, y, especialmente, en los períodos estivales. Por ello, es recomendable desestacionalizar la serie con objeto de que este fenómeno afecte lo menos posible la estimación del modelo, de modo que las estimaciones y previsiones que se realicen sean lo más exactas posible. En cualquier caso, ambos procedimientos (junto a otro elevado número de herramientas estadísticas) se configuran como una metodología ciertamente útil y que permiten ayudar en la toma de decisiones para la dirección de las empresas turísticas y la posterior ejecución de las estrategias empresariales.

Creemos que es conveniente seguir profundizando en la aplicación de modelos econométricos para la modelización en el sector turístico, con el objeto de conocer qué técnicas son las más fiables para permitir a los directivos turísticos estimar los valores futuros de las diferentes variables y reducir el riesgo en la toma de decisiones empresariales. Además, y dado que el software utilizado realiza la descomposición de la serie en sus cuatro componentes (tendencia, ciclo, estacionalidad y aleatoriedad), como futuras líneas de investigación, se podría realizar el análisis exhaustivo de cada uno de estos componentes, con objeto de descubrir cuál de ellas toma mayor importancia y aporta mayor nivel de información en la modelización de la variable. Además, sería interesante la utilización de otras metodologías de predicción alternativas a las utilizadas aquí, de modo que se pueda contrastar cuál de ellas permite obtener mejores estimaciones a partir de series temporales. En este sentido, la utilización de redes neuronales o algoritmos

genéticos, entre otras metodologías, puede ser de gran utilidad.

NOTAS

1. Procede del término anglosajón *Autorregresive, Integrated and Moving Average* (Modelos integrados, autorregresivos y de medias móviles)
2. Para evitar el problema de la estacionalidad, se recurre a datos anuales en lugar de datos más periódicos (p. e. datos mensuales, trimestrales o cuatrimestrales) (Garín-Muñoz y Pérez, 2000)
3. Las variables explicativas recogen los efectos de renta y precios, al estar fuertemente relacionadas con la demanda turística. Los datos son cuatrimestrales

BIBLIOGRAFÍA

- ALMAGRO, J. (1979): “Aplicaciones del enfoque Box-Jenkins a series del turismo español”, *Cuadernos Económicos del ICE*, vol. 11-12, pp. 55-107.
- ALMAGRO, J. (1982): “Ingresos por turismo: un análisis en un contexto multivariante”, *Papeles de Economía Española*, vol. 11, pp. 69-100.
- BOX, G.; JENKINS, G.; REINSEL, G. (1994): *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. 3ª ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- BROCKWELL, R.; DAVIS, R. (1991): *Time Series: Theory and Methods*. 2ª ed. New York: Springer.
- BRU, S.; USACH, J. (1987): “Análisis de series temporales del turismo de la Comunidad Valenciana”, *Estadística Española*, vol. 114, pp. 111-132.
- BUSIAN, A. (1996): “Evolución de los ingresos por turismo desde una perspectiva reciente”, *Economistas*, vol. 69, pp. 162-167.
- CERCLE D’ESTUDIS ECONOMICS DE LES ILLES (1981): *Modelos multivariantes y univariantes de comportamiento y previsión de la demanda turística para las Islas Baleares*
- CHANDRA, S.; MENEZES, D. (2001): “Applications of Multivariate Analysis in International Tourism Research: The Marketing Strategy Perspective of NTOs”, *Journal of Economic and Social Research*, vol. 3, núm. 1, pp. 77-98.
- CHATFIELD, C. (1978): “The Holt-Winters Forecasting Procedure”, *Applied Statistics*, vol. 27, núm. 3, pp. 264-279.
- CHATFIELD, C. (1989): *The Analysis of Time Series: An Introduction*. 4ª ed. Chapman & Hall.
- CLEMENTS, M.; HENDRY, D. (1998): *Forecasting Economic Time Series*. Cambridge: Cambridge University Press.

- DALRYMPLE, D. (1975): "Sales Forecasting Methods and Accuracy", *Business Horizons*, vol.18, núm. 12, pp. 69-73.
- DALRYMPLE, D. (1987): "Sales forecasting Practices: Results from a United States Survey", *International Journal of Forecasting*, vol.4, núm. 3, pp. 51-59.
- DANIEL, A.; RAMOS, F. (2002): "Modelling Inbound International Tourism Demand to Portugal", *International Journal of Tourism Research*, vol. 4, pp. 193-209.
- DU PREEZ, J.; WITT, S. (2003): "Univariate Versus Multivariate Time Series Forecasting: An Application to International Tourism Demand", *International Journal of Forecasting*, vol.19, pp. 435-451.
- DURAN, J.; FLORES, B. (1998): "Forecasting Practices in Mexican Companies", *Interfaces*, vol. 28, núm. 6, pp. 56-62.
- ESPASA, A. (1996): "Características de la demanda en los estudios econométricos sobre el turismo e implicaciones de política económica y estrategia empresarial", *Boletín de Información Comercial Española*, vol. 749, pp. 77-88.
- ESPASA, A.; CANCEDO, J. (1993): *Un análisis econométrico del turismo en España: implicaciones para el turismo sectorial de las exportaciones y algunas consideraciones de Política Económica*. Alianza.
- ESTEBAN, A. (1987): *Análisis de la demanda: aplicación a la actividad turística de las técnicas de predicción*. (Tesis doctoral). Madrid: Universidad Complutense, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- ESTEBAN, A. (1996): "Previsiones de la demanda turística", *Boletín de Información Comercial Española*, vol. 749, pp. 89-97.
- ESTEBAN, A. (1997): "La demanda turística internacional", en: *La actividad turística española en 1996*, pp. 39-47. AECIT
- FARAWAY, J.; CHATFIELD, C. (1998): "Time Series Forecasting with neural networks: a comparative Study Using the Airline Data", *Applied Statistics*, vol. 47, núm. 2, pp. 231-250.
- FREES, E.; MILLER, TH. (2004): "Sales Forecasting Using Longitudinal Data Models", *International Journal of Forecasting*, vol. 20, pp. 99-114.
- GARCÍA, J.; JIMÉNEZ, J.F.; ROSADO, Y. (2001): "Métodos de predicción en series temporales turísticas", *XV Reunión Asepelt-España*. A Coruña
- GARCÍA-FERRER, A.; QUERALT, R. (1997): "A Note on Forecasting International Tourism Demand in Spain", *International Journal of Forecasting*, vol. 13, pp. 539-549.
- GARÍN-MUÑOZ, T.; PÉREZ, T. (2000): "An Econometric Model for International Tourism Flows to Spain", *Applied Economics Letters*, vol. 7, pp. 525-529.
- GEURTS, M.; IBRAHIM, I. (1975): "Comparing the Box-Jenkins Approach with the Exponentially Smoothed Forecasting Model with an Application to Hawai Tourists", *Journal of Marketing Research*, vol. 12, pp. 182-187.
- GÓMEZ, V.; MARAVALL, A. (1996): *TRAMO and SEATS (Versión Beta: Septiembre 1996)*. (Documento de Trabajo, 9628). Banco de España, Servicio de Estudios.
- GONZÁLEZ, P.; MORAL, P. (1995): "An Analysis of International Tourism Demand in Spain", *International Journal of Forecasting*, vol. 11, pp. 233-251.
- GUSTAVSSON, P.; NORDSTRÖM, J. (2001): "The Impact of Seasonal Unit Roots and Vector ARMA Modelling on Forecasting Monthly Tourism Flows", *Tourism Economics*, vol. 7, núm. 2, pp. 117-133.
- HARVEY, A. (1993): *Time Series Models*. 2ª ed. Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf.
- HELMER, R.; JOHANSSON, J. (1977): "An Exposition of the Box-Jenkins Transfer Function Analysis with an Application to the Advertising-Sales Relationship", *Journal of Marketing Research*, vol. 14, (mayo), pp. 227-239.
- HOPTRÖFF, R. (1993): "The Principles and Practice of Time Series Forecasting and Business Modelling Using Neural Nets", *Neural Computer Applications*, vol. 1, pp. 59-66.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2001): *Encuesta de ocupación hotelera*. Madrid.
- KAHN, K.; MENTZER, J. (1995): "Forecasting in Consumer and Industrial Markets", *The Journal of Business Forecasting*, vol. 14, núm. 2, pp. 21-28.
- KAO, J.; HUANG, S. (2000): "Forecast Using Neural Network Versus Box-Jenkins Methodology for Ambient Air Quality Monitoring Data", *Journal of Air & Waste Management Association*, vol. 50, pp. 219-226.
- KAPOOR, S.; MADHOK, P.; WU, S. (1981): "Modeling and Forecasting Sales Data by Time Series Analysis", *Journal of Marketing Research*, vol. 18, (febrero), pp. 94-100.
- KAWASAKI, Y.; FRANSES, H. (1996): *A Model Selection Approach to Detect Seasonal Unit Roots*, pp. 1-20. (Papers, 96-180). Timbergen Institute Rotterdam.
- KIM, S.; SONG, H. (1998): "Analysis of Inbound Tourism Demand in South Korea: A Cointegration and Error Correction Approach", *Tourism Analysis*, vol. 3, pp. 25-41.
- KULENDRAN, N.; KING, M. (1997): "Forecasting International Quarterly Tourism Flows Using Error Correction and Times Series Models", *International Journal of Forecasting*, vol. 13, pp. 319-327.
- KULENDRAN, N.; WITT, S. (2001): "Cointegration Versus Least Squares Regression", *Annals of Tourism Research*, vol. 28, pp. 291-311.

- LAW, R. (2000): "Demand for Hotel Spending by Visitors to Hong-Kong: A Study of Various Forecasting Techniques", *Journal of Hospitality & Leisure Marketing*, vol. 6, núm. 4, pp. 17-29.
- LEDESMA, F.; NAVARRO, M. (2000): *Datos de panel y demanda de turismo: El caso de Tenerife*. (Documento de Trabajo). Universidad de La Laguna.
- LIM, C. (1997): "An Econometric Classification and Review of International Tourism Demand Models", *Tourism Economics*, vol.3, pp. 69-81.
- LIM, C.; MCALEER, M. (2001): *Time Series Forecasts of International Tourism Demand for Australia*. (Discussion Paper, 53). Osaka University, The Institute of Social and Economic Research.
- LISE, W.; TOL, R. (1999): *On the Impact of Climate on Tourist Destination Choice*. (Working Paper, W-99/30). Amsterdam: Institute for Environmental Studies.
- MABERT, V.; RADCLIFFE, R. (1974): "A Forecasting Methodology as Applied to Financial Time Series", *Accounting Review*, (enero), pp. 61-75.
- MAKRIDAKIS, S. (1996): "Forecasting: Its Role and Value for Planning and Strategy", *International Journal of Forecasting*, vol. 12, pp. 13-37.
- MARTÍNEZ, J. (1995): "La demanda turística alemana en la Costa del Sol", *Estudios Turísticos*, núm. 127, pp. 5-17
- MARTÍNEZ, J. (1999): "La demanda turística inglesa en la Costa del Sol", *Papers de Turisme*, vol. 26, pp. 63 y ss.
- MENTZER, J.; COX, J. (1984): "Familiarity, Application and Performance of Sales Forecasting Techniques", *Journal of Forecasting*, 3, 4, pp. 27-36.
- MORIARTY, M.; ADAMS, A. (1979): "Issues in Sales Territory Modeling and Forecasting Using Box-Jenkins Analysis", *Journal of Marketing Research*, vol. 16, pp. 221-232.
- NARAYAN, P. (2003): "Tourism Demand Modelling: Some Issues Regarding Unit Roots, Co-integration and Diagnostic Tests", *International Journal of Tourism Research*, vol. 5, pp. 369-380.
- OTERO J. (1996): "Principales determinantes del flujo de pasajeros extranjeros desembarcados en el aeropuerto de Málaga", *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 5, pp. 105-120.
- OTERO J. (1999): "Las fluctuaciones cíclicas del turismo en Andalucía", *Revista de Estudios de Economía Aplicada*, vol. 13, pp. 129-142.
- OTERO, J.; TRUJILLO, F. (1998): "Forecasting Tourism Demand in the Short Term: The Case of Andalusian Hotel Establishments", *4th International Forum on Tourism Statistics*. Copenhagen.
- PADILLA, R. (1986): *La demanda de servicios turísticos en España*. (Tesis doctoral). Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- PARREÑO, J.; DE LA FUENTE, D.; GÓMEZ, A.; FERNÁNDEZ, I. (2003): "Previsión en el sector turístico en España con las metodologías Box-Jenkins y Redes Neuronales", *XIII Congreso Nacional ACEDE*. Salamanca.
- PULIDO, A. (1966): *Introducción a un análisis econométrico del turismo*. Instituto de Estudios Turísticos.
- PUNJ, G.; STEWART, D. (1983): "Cluster Analysis in Marketing Research: Review and Suggestions for Applications", *Journal of Marketing Research*, vol. 20, pp. 134-138.
- SANDERS, N. (1997): "The Status of Forecasting in Manufacturing Firms", *Production and Inventory Management Journal*, vol. 38, núm. 2, pp. 32-36.
- SANDERS, N.; MANRODT, K. (1994): "Forecasting Practices in US Corporations: Survey Results", *Interfaces*, vol. 24, núm. 2, pp. 92-100.
- SONG, H.; ROMILLY, P.; LIU, X. (1998): "The UK Consumption Function and structural Instability: Improving Forecasting Performance Using a Time Varying Parameter Approach", *Applied Economics*, vol. 30, pp. 975-983.
- SONG, H.; WITT, S. (2000): *Tourism demand modelling and forecasting*. Pergamon Press.
- SONG, H.; WITT, S.; JENSEN, T. (2003): "Tourism Forecasting: Accuracy of Alternative Econometric Models", *International Journal of Forecasting*, vol. 19, pp. 123-141.
- SORENSEN, N. (2003): "Modelling and Monthly Seasonal Forecasting of Hotel Nights in Denmark", en N. Kaergaard [ed.]: *Symposium for anvendt statistik*, pp. 35-50. KVL Press.
- TIAO, G.; PACK, D. (1975): "Modelling the Consumption of Frozen Concentrated Orange Juice: A Case Study of Time Series Analysis", *Academic Economic Papers*, vol. 3, pp. 27-39
- URIEL, E.; MUÑOZ, M. (1993): *Estadística económica y empresarial. Teoría y ejercicios*. AC.
- WEATHERFORD, L.; KIMES, SH. (2003): "A Comparison of Forecasting Methods for Hotel Revenue Management", *International Journal of Forecasting*, vol. 19, pp. 401-415.
- WILSON, P.; OKUNEV, J.; ELLIS, C.; HIGGINS, D. (2000): "Comparing Univariate Forecasting Techniques in Property Markets", *Journal of Real Estate Portfolio Management*, vol. 6, núm. 3, pp. 283-306.
- WITT, S.; WITT, C. (1992): *Modelling and Forecasting Demand in Tourism*. Academic Press.
- WITT, S.; WITT, C. (1995): "Forecasting Tourism Demand: A Review of Empirical Research", *International Journal of Forecasting*, vol. 11, pp. 447-475.
- ZOU, H.; YANG, Y. (2004): "Combining Time Series Models for Forecasting", *International Journal of Forecasting*, vol. 20, núm. 1, pp. 69-84.