

Algunos tópicos econométricos de  
interés:  
Series de tiempo, pronósticos, no  
linealidad

**ELSA M. CASTRO FRANCO**  
Profesora Escuela de Economía UPTC

**RESUMEN:**

El propósito de este artículo es presentar una revisión conceptual, técnica y de aplicaciones de algunos tópicos de econometría, considerados de relevancia, por sus aportes al análisis, entendimiento e interpretación de problemas teórico-aplicados de la economía, así como por el nivel de desarrollo alcanzado en los últimos años. *Series de tiempo univariadas y multivariadas, pronósticos y no linealidad*, son contextualizados y revisados.

**Palabras clave:** econometría, modelo, series de tiempo, pronósticos, no linealidad.

**ABSTRACT:**

The purpose of this article is to present an conceptual and technical revision as the applications of some econometric topics, which are considered relevant for their contribution to analysis, understanding and interpretation of economic theoretical and practical problems. Also for their development in the last years. Univariate and multivariate time series, forecasting and non linear are reviewed.

**Key words:** econometric, model, time series, forecasting, non linear.

## INTRODUCCIÓN

La relación entre la teoría y la política económica con la práctica y el modelamiento empírico cada día cobra más importancia. El economista en sus investigaciones teóricas y/o empíricas ante todo debe clarificar y delimitar el contexto específico de análisis en el campo teórico económico y en el de las conceptualizaciones, técnicas y metodologías auxiliares cuyo conocimiento, adecuación e interpretación le faciliten llevar a feliz término sus objetivos de verificación de hipótesis, realización de pronósticos, toma de decisiones, explicación de comportamientos y relaciones de causalidad entre variables económicas en marcos teóricos y empíricos definidos explícitamente en cada uno de los estudios e investigaciones.

En esta línea, el artículo pretende una ubicación conceptual, técnica y de aplicación, de algunos tópicos de econometría, considerados de relevancia,

por sus aportes al análisis, entendimiento e interpretación de problemas teórico-aplicados de la economía, así como por el nivel de desarrollo alcanzado en los últimos años. Contextualización que además cubre los posibles análisis a realizar, las diferentes alternativas de aplicación, las bondades y limitantes existentes desde la óptica económica.

Aunque la gama de intereses económicos es amplia, el artículo se centra especialmente sobre *series de tiempo univariadas y multivariadas, pronósticos y no linealidad*.

## 1. CONTEXTUALIZACIÓN BÁSICA

### 1.1 SERIES DE TIEMPO UNIVARIADAS Y MULTIVARIADAS

La mayoría de datos económicos corresponden a valores de variables para períodos de tiempo igualmente espa-

ciados, lo que constituye una serie de tiempo para la variable específica. Los valores del PIB anual, los promedios de tasas de cambio mensuales, los datos de tasas de interés diarias, los montos de demanda de dinero anual, el número de personas empleadas mensualmente para un país determinado y en un periodo dado, son algunos ejemplos de series de tiempo económicas.

En general la teoría y técnicas econométricas a utilizar en las diferentes investigaciones están condicionadas al contexto económico de análisis y al objeto de estudio.

En el caso de un *diagnóstico*, por ejemplo, un *análisis descriptivo* de las series involucradas es pertinente a través de gráficos, medidas de posición, variabilidad, análisis de tendencia, estacionalidad e interpretación de datos atípicos, intervenciones, etc., es posible mostrar comportamientos de series como inflación  $I_t$ , producto interno bruto  $PIB_t$ , empleo  $E_t$ , demanda de dinero  $M_t$ , entre otras.

De igual manera, si el estudio hace referencia al interés en las diferentes componentes de la serie, la teoría y técnicas de *descomposición* y *suavizamiento* son necesarias. Si la variable de investigación fuera el  $PIB_t$ , es posible a través de esta metodología, conocer para cada periodo de tiempo, la estimación e interpretación de cada una de las componentes (tendencia, estacionalidad, cíclica e irregular) con

finés de análisis e incluso de pronóstico.

(Gaynor and Kirkpatrick, 1994).

Por otra parte, cualquier investigación con datos en series de tiempo requiere del *análisis de estacionariedad*, es decir, el que medias, varianzas y autocovarianzas de las series sean independientes del tiempo. La estacionariedad de series como inflación  $I_t$ , producto interno bruto  $PIB_t$ , empleo  $E_t$ , etc., implica que los valores oscilen alrededor de su media y la variabilidad de éstos a través del tiempo se mantenga constante.

La mayoría de datos económicos incumple este deseable supuesto. El problema del trabajo con series *no estacionarias*, está en que las relaciones con esta clase de variables son de tipo *espúreo*, es decir sin sentido económico, con inferencias erróneas e inconsistentes, lo cual exige al investigador el manejo e interpretación de gráficos, pruebas y técnicas apropiadas de transformación de los datos a que haya lugar<sup>1</sup>.

En este contexto es posible, que la serie inflación  $I_t$  presente una tendencia en el tiempo, no así la diferencia de ésta  $DI_t$ , las series demanda de dinero  $M_t$  y producto interno bruto  $PIB_t$  presenten tendencia y variabilidad en el tiempo, en cambio las diferencias de sus logaritmos

<sup>1</sup> Revisar gráficos de la serie y de las funciones de autocorrelación FAC, aplicar diferencias y/o logaritimación a los datos, efectuar pruebas de raíces unitarias.

$dif(\ln Mt)$  y  $dif(\ln PIBt)$  reúnan las condiciones de estacionariedad en media y varianza.

Si el interés del investigador está en el proceso generador de los datos de una serie específica con miras a entender su comportamiento en el tiempo, o con el objeto de realizar pronósticos, la *metodología Box-Jenkis* para modelar *series univariadas* es requerida. Modelar la inflación  $I_t$ , las exportaciones  $X_t$ , el producto interno bruto  $PIB_t$  etc., significa, hallar la ecuación del proceso que generó los datos, es decir, construir (especificar, estimar, verificar) modelos ARIMA, estacionales o no, para cada una de las series (Box-Jenkis, 1976).

En la metodología Box-Jenkis existen diferentes especificaciones de modelos teóricos para describir los posibles patrones de comportamiento de los datos y explorar las propiedades de las series de tiempo. Un investigador económico requiere conocer la teoría y técnicas de construcción de cada uno de esos modelos, sus características, bondades, limitaciones para su empleo en predicción, en toma de decisiones y las condiciones para su respectiva evaluación<sup>2</sup>.

Las funciones de autocorrelación simple (FAC) y parcial (PFAC) las cuales son

<sup>2</sup> En general modelos  $ARIMA(p,d,q) X(P,D,Q)$  en donde los órdenes de la parte autorregresiva, el número de diferencias para que sea estacionario y el orden de la parte de promedio móvil, para la parte *no estacional* y *estacional*, son respectivamente,  $(p,d,q)$  y  $(P,D,Q)$ .

construidas con los datos de cada serie, permiten conceptualizar según sus características, sobre la estacionariedad de la serie y la identificación aproximada del posible modelo teórico ( $AR(p)$ ,  $MA(q)$ ,  $ARIMA(p,d,q)$ ), el cual ha de ser estimado y verificado<sup>3</sup>.

Si el objeto es modelar la inflación  $I_t$  y la FAC decae rápidamente a cero y los dos primeros valores de PFAC son significativamente diferentes de cero para los dos primeros rezagos, entonces la especificación del posible modelo teórico a estimar y verificar corresponde a un modelo  $AR(2)$ <sup>4</sup>, lo cual muestra que la inflación en cualquier período ( $I_t$ ) está explicada por los valores de ella misma en los dos períodos anteriores ( $I_{t-1}$ ,  $I_{t-2}$ )<sup>5</sup>.

Por otra parte, los datos de series de tiempo económicas usualmente presentan algunas características de tendencia, estacionalidad, observaciones aberrantes, heterocedasticidad, no linealidad, las cuales es necesario modelar, interpretar y retomar en el análisis. En estas circunstancias, precisar la tendencia, hacer un ajuste estacional a los datos, efectuar pruebas y modelar los outliers es pertinente. (Franses, 1998).

<sup>3</sup> Pueden existir modelos alternativos, algunos autores se refieren al "arte de modelar".

<sup>4</sup> Modelo autorregresivo de orden 2:  $I_t = c + \phi_1 I_{t-1} + \phi_2 I_{t-2} + a_t$ ,  $a_t$  normal e independientemente distribuida, con media 0 y varianza constante  $\sigma_a^2$ .

<sup>5</sup> En igual forma es posible modelar con fines descriptivos y de pronóstico, otras series tales como:  $PIB_t$ ,  $E_t M_t$ ,  $X_t$  etc.

Aunque el modelamiento empírico de series de tiempo económicas es dominado por métodos que asumen linealidad, supuesto que muchas veces es retomado por simplicidad, algunas series especialmente las financieras, usualmente presentan comportamientos *no lineales* lo cual induce la revisión y aplicación de tales modelos (Franses, 2000).

Las características señaladas de las series de tiempo económicas generalmente son el efecto de la influencia del impacto de otras variables sobre ellas, lo cual lleva a un *análisis simultáneo* de relaciones económicas entre más de una serie de tiempo (Enders, 1995).

En esta perspectiva aunque los *modelos univariados* de series de tiempo pueden ser muy útiles para algunos análisis, son limitados en otros casos, por cuanto las investigaciones económicas involucran más de una serie para la descripción de características, explicación de comportamientos, modelamiento y pronósticos, situación ésta que configura el campo de las *series multivariadas* (Wei, 1990).

En el evento de estar interesados en modelar el comportamiento simultáneo de variables y otras relaciones multivariadas, análisis de estacionariedad individual y conjunta, matrices de autocovarianza, pruebas de estacionariedad, cointegración, causalidad, número de rezagos, análisis e interpretación de funciones impulso-respuesta y en general construcción de

modelos vectoriales *VAR*, *VMCE*, *VMA*, *VARMA*, son requeridos<sup>6</sup>.

La especificación de un *VAR(2)*, para explicar conjuntamente las variables  $M_t$ ,  $PIB_t$ ,  $I_t$ , con la constante como una única variable exógena, es una relación en la cual cada una de ellas se expresa a partir de sus propios retardos y los de las otras variables a dos períodos de rezago<sup>7</sup>.

Las relaciones de *cointegración* las cuales corresponden a combinaciones lineales estacionarias de variables no estacionarias, tienen sentido al tenerse en cuenta el hecho que en un ámbito univariado la no estacionariedad de las mismas, necesariamente no implica la no estacionariedad de éstas en un ámbito multivariado o cuando se establezcan relaciones de causalidad entre ellas<sup>8</sup>.

Así mismo el estudio de *raíces unitarias*<sup>9</sup> y *cointegración* tiene importantes implicaciones para especificación y estimación de modelos dinámicos, en este

<sup>6</sup>*VAR*; *VMA*, *VMCE*, respectivamente, modelos vectoriales: autorregresivos, de promedios móviles y de corrección de error.

<sup>7</sup>  $M_t = \alpha_{11} M_{t-1} + \alpha_{12} PIB_{t-1} + \alpha_{13} I_{t-1} + \beta_{11} M_{t-2} + \beta_{12} PIB_{t-2} + \beta_{13} I_{t-2} + c_1 + u_{1t}$   
 $PIB_t = \alpha_{21} M_{t-1} + \alpha_{22} PIB_{t-1} + \alpha_{23} I_{t-1} + \beta_{21} M_{t-2} + \beta_{22} PIB_{t-2} + \beta_{23} I_{t-2} + c_2 + u_{2t}$   
 $I_t = \alpha_{31} M_{t-1} + \alpha_{32} PIB_{t-1} + \alpha_{33} I_{t-1} + \beta_{31} M_{t-2} + \beta_{32} PIB_{t-2} + \beta_{33} I_{t-2} + c_3 + u_{3t}$

<sup>8</sup> Es decir, pueden existir relaciones estables entre los niveles de variables integradas que sean estacionarios, tal y como postula la teoría económica (ver Suniñach pag 34).

<sup>9</sup> Las pruebas de raíces unitarias se aplican a las series de tiempo para verificar su estacionariedad (Test de Dickey- Fuller, Phillips, Perron, etc.).

campo los *modelos de corrección de error (MCE)* permiten modelar tanto las relaciones de largo plazo recogidas por los niveles de las variables, como la dinámica o desajustes de corto plazo captada por las diferencias de dichas variables. Esta clase de modelos han sido utilizados en estudios de salarios laborales, de demanda de dinero, mercado de divisas, tasas de interés, y otras relaciones que tienen que ver con la estabilidad de las variables en el largo plazo y sus respectivos ajustes al equilibrio en el corto plazo<sup>10</sup>.

La conexión formal entre el *MCE* y las relaciones de cointegración la establece el *teorema de representación de Granger*<sup>11</sup> el cual expresa que un conjunto de variables cointegradas puede modelarse mediante un *MCE* y la inversa, si la especificación de un *MCE* es correcta, existe una relación de cointegración entre las variables implicadas. Este teorema permite realizar la modelización dinámica de las variables junto a la contrastación de la existencia de relaciones a largo plazo entre ellas (Suriñach, 1995).

Por otra parte, la revisión de métodos de estimación de relaciones de cointegración (Engle y Granger y Johansen), pruebas para la selección de la longitud de retardo, vectores cointegrantes y su interpretación

son requeridos para el análisis y la aplicación económica. (Maddala, 1998).

Finalmente, para completar los análisis referenciados debe mencionarse que el trabajo y aplicación de las series de tiempo a nivel económico incluyen otras conceptualizaciones y herramientas como pronósticos, no linealidad, modelos dinámicos, entre otros. (Gourieroux and Monfort, 1997).

## 1.2 PRONÓSTICOS ECONÓMICOS

Una de las áreas de mayor desarrollo a nivel econométrico en los últimos años ha sido la de pronósticos, no sólo por el interés teórico en sí mismo, sino por sus implicaciones metodológicas para la economía empírica e investigaciones relacionadas.

Los economistas a diario se encuentran con el cuestionamiento a sus predicciones, a la calidad y a la confiabilidad de las decisiones económicas tomadas sobre algunos de tales resultados, así como con la incertidumbre de elegir entre modelos alternativos en el campo de los pronósticos.

En esta tarea de hacer predicciones, es importante tener en cuenta que se trata de la “estimación condicionada” del valor del pronóstico utilizando un modelo específico, que es conveniente ponderar todos los elementos a considerar en el estudio y predicción de un fenómeno económico, antes que sin sustentaciones

<sup>10</sup> Trabajos empíricos para la economía Colombiana serán referenciados más adelante.

<sup>11</sup> Granger (1981 y 1987).

teóricas y/o técnicas se renuncie a priori a los aportes y nuevas metodologías en este campo (Pankratz, 1991).

Ante las complejidades de los fenómenos económicos y la dinámica misma de la economía, es real la dificultad de hacer predicciones “exactas” sobre comportamientos y relaciones entre variables económicas, máxime si se trata de estudios condicionados a muchas circunstancias tanto del modelo con el cual se efectúe la predicción, como del supuesto que aproximadamente la(s) variable(s) involucrada(s) en los análisis se comportará(n) en el futuro en forma similar a períodos anteriores.

Sin embargo, pueden darse condiciones para la “mejora de los pronósticos” que indudablemente implican el conocimiento y análisis de la investigación a realizar, así como a explorar nuevas metodologías y modelos a utilizar. Elementos que de alguna manera conocidos, aplicados y evaluados en cada contexto permitan obtener predicciones puntuales e intervalo más exactos, confiables y consistentes con las condiciones y especificidades de cada estudio (Makridakis, 1998).

Aunque el pronóstico es más que ajustar modelos a datos históricos, explicar el pasado es importante pero no suficiente para predecir el futuro, a menudo los econometristas están interesados en la construcción de modelos, los cuales bajo algunos supuestos, puedan ser utilizados para obtener información sobre valores

futuros de las variables de interés y en las pruebas que permitan decidir sobre el modelo que produzca los pronósticos óptimos y de mínimo error<sup>12</sup>.

Dado que las metodologías de predicción en cualquiera de los casos se implementan a través de un modelo, se deduce la importancia para los pronósticos económicos de la construcción de *buenos modelos*, los cuales bajo una correcta especificación sean estimados, verificados y sometidos a las pruebas a que haya lugar para su utilización. Así mismo, a la especificación de modelos alternativos cuya evaluación se centre en el criterio de seleccionar aquel que genere los mejores pronósticos<sup>13</sup>.

Hoy el campo de los pronósticos descansa sobre una sólida fundamentación teórica relacionada no solo con el marco conceptual de las diferentes metodologías de predicción y sus aplicaciones, sino con las herramientas básicas de pronóstico, con métodos cuantitativos, cualitativos, medidas para evaluar los diferentes modelos, su validez, calidad, exactitud<sup>14</sup> y el surgimiento de modelos más avanzados y sofisticados para el cálculo de los mismos (Clements and Hendry, 1999).

<sup>12</sup> El error de pronóstico se define como la diferencia del pronóstico estimado y el verdadero valor.

<sup>13</sup> Dependiendo el contexto de análisis, es posible efectuar predicciones puntuales o intervalo con modelos de descomposición, de regresión y modelos ARIMA, entre otros.

<sup>14</sup> Usualmente la medida de exactitud a utilizar es el mínimo error cuadrático medio MSFE.

En esta línea, los economistas requieren conocer la gama de modelos y metodologías para pronósticos de acuerdo al contexto económico particular, comprender la importancia del uso de modelos alternativos con criterios para decidir sobre “el mejor” y la conveniencia del uso de la *combinación y actualización de pronósticos* en aras de encontrar estimaciones más cercanas al valor futuro de la variable o variables en estudio. La combinación de pronósticos obtenidos por varios métodos, la actualización de ellos que implica no trabajar con la estimación una vez el dato se ha causado, son elementos a tener en cuenta en la mejora de calidad de las predicciones (Gaynor and Kirkpatrick, 1994).

Por otra parte, es de conocimiento que en la dinámica misma de la economía, los cambios abruptos en las condiciones del comportamiento del sistema económico tienen diferentes efectos sobre sus variables, los cuales deben ser modelados e interpretados y exigen al investigador económico el análisis de *pronósticos en economías sujetas a cambios estructurales* (Maddala, 1998).

Una clase de modelos de uso cotidiano en economía corresponde a los *modelos macroeconómicos de gran escala (MMGE)*, cuya teoría, técnicas y aplicaciones es importante revisar y especialmente su comportamiento para pronósticos, el cual ofrece algunas dificultades que hace que las técnicas convencionales de evaluación económica presenten inconsistencias en su

aplicación a estos modelos. Las tradicionales técnicas de evaluación prueban si el modelo reconstruye el pasado. Una aproximación alternativa desarrollada por Chong and Hendry (1986) tiene que ver con la evaluación de los modelos en términos del desempeño de los pronósticos (forecast encompassing).

En el campo real, el interés de un economista por obtener “*pronósticos óptimos*” con modelos de gran escala puede fallar y generar grandes errores atribuibles a factores tales como la constancia en los parámetros<sup>15</sup>, problemas de especificación, variabilidad muestral, etc.

Adicionalmente en algunos contextos económicos, la existencia de más de una variable en el análisis, las complejas relaciones entre las mismas y la necesidad de incluir información adicional en el modelo para la predicción, lleva al estudio de *modelos avanzados de pronóstico*, los cuales a pesar de la sofisticación de su teoría, sus técnicas econométricas y de computación, contribuyen a retomar todos los elementos económicos a considerar en la exactitud y mejora de los pronósticos de interés. Entonces, conocer las especificidades de cada modelo, cuál es el campo preciso para su utilización, así como los

<sup>15</sup> El hecho que los parámetros se supongan constantes es responsabilidad de algunas de las más significativas fallas en la predicción. La crítica de Lucas (1976), cuestiona tal supuesto.

tipos de pronósticos que generan y las limitaciones que presentan algunos de ellos, es pertinente (Franses and D, 2000).

Una primera clase de tales modelos corresponde a los modelos con *errores ARIMA (regresión estática y dinámica)*, modelos de *función de transferencia y de intervención*, los cuales adicionan información útil para la mejora y exactitud de los pronósticos de las variables de interés<sup>16</sup>. Modelos *multi-variados, modelos estado espacio y modelos no lineales* corresponden a otro tipo de especificaciones avanzadas para pronóstico (Wei,1990).

En líneas gruesas, un investigador económico interesado en las predicciones y "pronósticos óptimos" debe revisar el por qué de éstos, su calidad, las herramientas básicas, los pronósticos con los diferentes modelos, las predicciones puntuales e intervalo en el corto y largo plazo, la exactitud y combinación de los mismos, así como su validez, limitaciones, análisis e interpretación de resultados y el manejo de software específico de acuerdo al modelo y técnicas de predicción (Markridakis,1998).

Una clase de modelos usuales en la investigación económica, además de los de series de tiempo, corresponde a los de corte transversal, los de datos de panel,

los de variables cualitativas y de rangos limitados, entre otros, modelos para los cuales las metodologías de pronóstico están sustentadas sobre teorías y técnicas específicas que deben ser retomadas y revisadas por el investigador económico (Maddala, 1993).

### 1.3 NO LINEALIDAD

En las últimas décadas la teoría y aplicación empírica de *modelos no lineales* ha tenido grandes avances y ha recibido mucha atención en la investigación econométrica. El desarrollo teórico en este campo ha permitido a los economistas tomar habilidad en la formulación, estimación e interpretación de relaciones no lineales entre variables económicas (Rotherdam, 1999).

La mayoría de investigadores económicos afirman que es generalmente aceptado que la economía es no lineal y que muchas de las variables y relaciones económicas tienen este tipo de comportamientos. No obstante, aunque los modelos comúnmente usados en el análisis económico son lineales, existen contextos en los cuales los comportamientos de las relaciones entre variables económicas y sus causalidades sugieren que la *no linealidad* es más apropiada para describir y pronosticar tales relaciones<sup>17</sup>.

<sup>16</sup>Simbolizados:  $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + N_t$  (1).  
 $Y_t = a + v_0 X_t + v_1 X_{t-1} + \dots + v_k X_{t-k} + N_t$  (2)  
 $Y_t = w(B) X_t + N_t$  (3) con  $Y_t$  endógena,  $X_t$  exógenas y  $N_t$  errores ARIMA.

<sup>17</sup>Funciones de inversión, funciones de producción y curvas de Philips son usualmente especificadas en forma no lineal.

En la disciplina económica, las teorías disponibles a los economistas contienen elementos no lineales; en el pasado, algunas de las hipótesis fueron formuladas y derivadas dentro de contextos de especificaciones lineales especialmente por la complejidad de los métodos econométricos y computacionales para el caso no lineal.

Los investigadores económicos a menudo se preguntan si para modelar comportamientos económicos es mejor especificar relaciones simples y lineales entre las variables o por el contrario, utilizar estructuras complejas y no lineales entre ellas. Es difícil responder, sin embargo, la mayoría de referencias teóricas intentan proveer al menos una respuesta parcial en el sentido de comparar el desempeño de teorías y modelos alternativos a la luz de la capacidad de explicación de los fenómenos económicos y la habilidad predictiva de estos modelos.

De otra parte, el número de posibles modelos no lineales que pueden ser aplicados a un conjunto de datos es grande; su inherente flexibilidad y la posibilidad de relaciones espúreas o sin sentido económico llama la atención sobre la importancia de efectuar *pruebas de no linealidad* y evaluaciones pos-muestra de los modelos no lineales con alternativas incluyendo un modelo lineal para determinar la calidad del modelo ajustado

Los econométricos tienen a su alcance variedad de aproximaciones para el

modelamiento si un test sugiere comportamientos no lineales. Especificaciones de modelos univariados no lineales (*NLU*): martingales, caminos aleatorios, autorregresivos no lineales (*NLAR(p)*), promedio móvil no lineales (*NLMA(q)*), autorregresivo heterocedástico condicional no lineal (*NLARCH*). Modelos multivariados no lineales: vectores autorregresivos no lineales (*NLVAR(p)*), vectores de corrección de error no lineales (*NLVMCE*), modelos de redes neuronales (*ANNs*) entre otros<sup>18</sup>.

Es reconocido que los pronósticos con modelos no lineales ofrecen algunos problemas, por ello se recurre a efectuar predicciones-intervalo, por etapas y a utilizar la metodología de combinación de pronósticos, la cual ofrece algunas ventajas sobre otros métodos.

Uno de los campos de mayor aplicación de los modelos no lineales corresponde al de las finanzas y el ciclo de los negocios. Aunque inicialmente son los físicos quienes insisten en teorías caóticas y no lineales, los economistas también comienzan a investigar por caos en economía y en los datos financieros. Los teóricos del crecimiento muestran por ejemplo, que para ciertos valores de los

<sup>18</sup> *Franses and Dijk* (2000), centran su atención en pronósticos y modelos no lineales aplicados a retornos y bienes financieros. *Creedy and Martin* (1997) es recomendado por sus trabajos de aplicación a: modelos de distribución de ingreso, de oferta y demanda no lineales, modelos de pronóstico de tasa de intercambio real y aplicaciones de modelos de redes neuronales a stock de mercados

parámetros, los modelos convencionales podían generar dinámicas caóticas.

Finalmente es de resaltar, que aunque existe una concentración de las diferentes metodologías econométricas a series de tiempo, éstas también son aplicables a *datos de sección cruzada*, esta clase de modelos juegan un papel importante en las teorías e investigaciones empíricas, al igual que los análisis de *series de tiempo* y de *datos de panel* (Maddala, 1993).

## 2. ALGUNAS APLICACIONES EMPÍRICAS

Los tópicos revisados son útiles en el desarrollo de trabajos e investigaciones relacionadas con modelamiento empírico, verificación de hipótesis económicas a nivel micro y macro económico, en política, toma de decisiones y en general, en el análisis e interpretación de fenómenos económicos desde la óptica de las teorías y relaciones entre variables más que en la de las técnicas econométricas.

Existe un buen número de publicaciones en el perfil mencionado que incluyen conceptos, técnicas y herramientas que aportan metodologías de aplicación en los diferentes campos<sup>19</sup>. En este contexto, los estudios y análisis que contienen datos en series de tiempo, siguen una meto-

dología de trabajo que implica además de la claridad teórico económica, la selección del instrumental adecuado, análisis gráfico y descriptivo de cada una de las series, así mismo, estudios de estacionariedad, transformación de datos, relaciones y pruebas de causalidad, verificación de relaciones de largo y corto plazo entre las variables, construcción e interpretación de relaciones de cointegración, modelos de corrección de error, análisis de linealidad, cálculo y evaluación de pronósticos, entre otros.

A continuación se mencionan algunas aplicaciones e investigaciones económicas, realizadas para Colombia, las cuales sobresalen por la utilización de conceptos y técnicas econométricas, por la riqueza de la combinación teórico económica y empírica y los aportes metodológicos interpretaciones en este campo.

Análisis empíricos que muestran la estabilidad de variables en el largo plazo y los ajustes en el corto plazo, requieren estudios de estacionariedad, pruebas de raíces unitarias y causalidad, cointegración, construcción de modelos VAR, de corrección de error MCE, entre otros.

En esta línea Carrasquilla y Rentería (1990) mostraron la validez de la hipótesis de la estabilidad en el largo plazo de la demanda de dinero en el periodo 1975- 1988, Carrasquilla y Salazar (1992) probaron cointegración entre gastos, ingresos y la deuda del gobierno, Joyce y Kamas (1997) evaluaron la importancia relativa de las fuentes

<sup>19</sup> Sobresalen por la combinación de las teorías y las técnicas econométricas las publicaciones del Banco de la República (ESPE), Fedesarrollo, Coyuntura Económica, DNP, entre otros.

domésticas y externas de la variación en la producción y en los precios en México y en Colombia.

Así mismo, Misas y Oliveros (1994), evaluaron empíricamente la existencia de una relación de causalidad entre algunos indicadores mensuales de precios y salarios en Colombia en el periodo 1982-1994, y mostraron que además de los esquemas de corto plazo es necesario plantear relaciones de largo plazo en las mismas variables.

Misas y Posada (1995) utilizando la misma metodología de cointegración, encontraron que la tasa media anual de interés en Colombia ha dependido principalmente, en el largo plazo, para un estudio en (1958-1992) de dos factores: la tasa real externa de interés y la tasa de inflación.

En otro contexto, Fullerton (1993), describe las características de un modelo macroeconómico estimado para Colombia, el cual incluye ecuaciones para pronosticar las cuentas nacionales, la balanza de pagos, la inflación y el tipo de cambio trimestralmente y lo compara con la economía internacional.

En el marco de especificaciones no lineales Cárdenas, Escobar y Gutiérrez (1995) analizando la problemática de la infraestructura en Colombia, especificaron una función de producción Cobb Douglas para el producto del sector privado, el stock de capital privado no residencial, el empleo no agrícola, el

stock de capital público y el stock de capital humano, concluyendo que existe una relación de largo plazo entre el crecimiento del producto y la inversión en infraestructura.

Similarmente pueden mencionarse otras investigaciones en la línea de la aplicación de las diferentes técnicas econométricas para el análisis de la relación teórico-empírica de la economía, no obstante esta tarea sería interminable.

## CONCLUSIONES

El economista en sus investigaciones teóricas y/o empíricas requiere de conceptualizaciones y técnicas econométricas que le faciliten la verificación de hipótesis y relaciones de causalidad entre variables, así como la realización de predicciones e interpretación de comportamientos y resultados económicos.

Aunque existe una gama de tópicos en este campo, por su cotidiana aplicación económica y por su contribución a la modelización empírica, son de especial interés las *series de tiempo*, los *pronósticos* y la *no linealidad*.

En el contexto de las series de tiempo, análisis univariados y multivariados a nivel descriptivo y de modelización, condiciones de estacionariedad, raíces unitarias y cointegración, deben ser de conocimiento del investigador econó-

mico, en igual forma, teoría, técnicas, metodologías, evaluación, exactitud, combinación y actualización de pronósticos.

La dinámica misma de la economía cuestiona en los comportamientos económicos el supuesto de linealidad, lo cual implica el estudio de relaciones

polinómicas y en particular el tratamiento de la no linealidad

Finalmente, la revisión de investigaciones empíricas y la profundización en bibliografía actualizada son pertinentes con el objeto de dar claridad y enriquecer el análisis económico.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOX, G. and JENKIS, G. (1994). "Time series analysis, forecasting and control".
- CARDENAS, Mauricio, ESCOBAR A., Andrés y GUTIERREZ S., Catalina (1995) "La contribución de la infraestructura a la actividad económica en Colombia 1950-1994". Ensayos de Política Económica. Número 28. Banco de la República.
- CARRASQUILLA, A, RENTERÍA, C. (1990). "Es inestable la demanda por dinero en Colombia?" Ensayos de Política Económica. Número 7. Banco de la República.
- CARRASQUILLA., A. y SALAZAR, N. (1992). "Sobre la naturaleza del ajuste fiscal en Colombia 1930-1990". Ensayos de Política Económica. Número 21. Banco de la República.
- CLEMENTS, M. and HENDRY, D. (1999). "Forecasting non-stationary economic time series. CUP.
- ENDERS, Walter (1995). "Applied econometric time series". John Wiley and Sons.
- ENGLE, R. and WHILE, H. (1999). "Cointegration, casuality and forecasting". OUP.
- FINKEL, Steven (1995). "Causal analysis with panel data". A sage University paper N°.105.
- FRANSES, H. Philip (1998). "Series models for business and economic forecasting". C.U.P.
- FRANSES, H. Philip and DIJK, V. (2000). "Nonlinear time series models in empirical finance". C.U.P.
- FULLERTON, Thomas M. Jr. (1993) "Un modelo macroeconómico para pronosticar la economía colombiana" Ensayos de Política Económica. Número 24. Banco de la República.
- GAYNOR, P. and KIRPATRIK, R. (1994). "Introduction to time series modeling and forecasting in business and economics" Mc-G.Hill.
- GOURIEROUX, Christian (1990). "Time series and Dynamic models" C.U.P.
- GOURIEROUX, Christian (2000). "Econometrics of qualitative dependent variables". C.U.P.
- GRANGER, C.W.J. (1993). "Modelling economic series" Oxford U. P.
- GRANGER, C. W. J. (1993). "Modelling nonlinear economic relationships". OUP.
- GRANGER, C.W.J. (1999) "Empirical modelling in economics". Oxford U.P.

APUNTES DEL CENES  
I y II SEMESTRE DE 2001

---

- GREENE, William (2000). "Econometric analysis". Prentice Hall.
- HENDRY, David (1995). "Dynamic econometric". Oxford University Press.
- MADDALA, G.S. (1993). "The econometric of panel data". C.U.P.
- MADDALA, G.S Kim, In-Moo (1998). "Unit roots, cointegration and structural change". C.U.P.
- MAKRIDAKIS, S, HYNDMAN, Rob (1998). "Forecasting. Methods and applications". Editorial, John W. and S.
- MILLS, Terence (1999). "The econometric modelling of financial time series". 2<sup>nd</sup> ed. C.U.P.
- MISAS, Martha y OLIVEROS, Hugo (1994) "La relación entre salarios y precios en Colombia: un análisis econométrico". Ensayos de Política Económica. Número 26. Banco de la República.
- PANKRATZ, Alan (1991). "Forecasting with dynamic regression models". John W. and Sons.
- PANKRATZ, Alan (1983). "Forecasting with univariate Box-Jenkins models". Concepts and cases. John W. and Sons.
- PHINDYCK, Robert (1997). "Econometric models and economic forecasts". Editorial Mac Graw Hill.
- POSADA, Carlos Esteban y MISAS, Martha (1995) "La tasa de interés en Colombia 1958-1992". Ensayos de Política Económica. Número 26. Banco de la República.
- RAO, B. Bhaskara (1994). "Cointegration for the applied economist". St. Martin's Press.
- ROTHERDAM, Philip (1999). "Nonlinear time series analysis of economic and financial data", K.A.P.
- SURINACH, ARIZ M. y otros (1995). "Análisis económico regional". Nociones básicas de la teoría de cointegración. Antoni Bosch.
- WEI, W. and REILLY, D. (1990). "Time series analysis: univariate and multivariate methods". J.W. and Sons.