

MIPI: Un modelo de predicción del índice de producción industrial basado en variables de opinión

Alberto Melo Giraldo

I. INTRODUCCION

El objeto de este artículo es presentar las bases conceptuales, la estructura y las aplicaciones básicas de un modelo de predicción del índice de producción industrial (MIPI). El modelo es una versión simplificada del que el autor elaboró para el Departamento Nacional de Planeación¹ y está diseñado para ser utilizado como una herramienta para la previsión de los desarrollos del sector industrial de la economía en el corto plazo (de 1 a 5 meses). El MIPI es un modelo de ecuaciones simultáneas que contiene 9 variables endógenas, 6 variables exógenas, y 4 variables rezagadas (para un total de 10 variables predeterminadas).

La contribución del MIPI al desarrollo de la investigación en el área de la previsión económica es doble: de un lado, es la primera vez que en Colombia se especifica y estima un modelo basado en las variables de opinión construidas a partir de las respuestas de los empresarios a las encuestas que mensualmente conduce FEDESARROLLO. De otra parte, se trata del primer intento conocido por el autor a nivel nacional o internacional de formular un modelo en que las variables de opinión juegan el papel central en la estructura del mismo.

Es importante destacar que el MIPI constituye una herramienta idónea de predicción. En efecto, las pruebas de predicción por fuera de la muestra permiten ver que el modelo alcanza un éxito notable en el pronóstico del repunte experimentado por la producción industrial a lo largo de 1986.

La estructura del artículo es la siguiente: en la segunda sección se discuten las características distintivas de las variables de opinión, así como la utilización que se ha hecho de ellas en el marco de modelos econométricos de ecuaciones simultáneas; la tercera sección presenta las concepciones teóricas generales que iluminan la especificación de las ecuaciones de modelo; la cuarta sección presenta la estructura general del modelo, la especificación de las ecuaciones y los resultados de su estimación mediante el método de mínimos cuadrados en dos etapas; finalmente, la quinta sección examina la capacidad predictiva del modelo.

II. LAS VARIABLES DE OPINION Y SU UTILIZACION EN MODELOS ECONOMETRICOS

Esta sección del trabajo tiene el doble propósito de introducir las características distintivas de las variables de opinión y exa-

¹ Melo (1986).

minar los intentos de utilización de este tipo de variables en modelos econométricos de ecuaciones simultáneas.

A. Las variables de opinión

Las encuestas de opinión empresarial, que se conducen actualmente en alrededor de cuarenta países, consisten en cuestionarios mensuales escritos, en los cuales se pide a los empresarios de las diversas ramas de la industria manufacturera (y en muchos casos, también del comercio y de la construcción) establecer la dirección de cambio de ciertas variables comparadas con los valores en el mes (o trimestre) previo, así como también la dirección del cambio esperado en el siguiente mes (o trimestre), comparado con el presente. El número de respuestas posibles es normalmente 3 (en la mayoría de los casos: aumento, no cambio y disminución). No se pregunta nada acerca de la magnitud exacta de las variaciones implicadas.

El objeto primordial de las encuestas es suministrar información detallada, a intervalos regulares y cortos, sobre los cambios operados en el corto plazo en los distintos sectores de la economía. Los resultados se presentan en la forma de porcentajes de participantes en cada industria particular que reportan aumento, no cambio o disminución en una variable determinada. Por ende, para cada variable y cada mes (o trimestre) los resultados se pueden representar por un vector

$$X = (X_1, X_2, X_3)$$

donde X_1 es el porcentaje de empresas que reportan (o esperan) un aumento, X_2 las que reportan no cambio y X_3 las que reportan disminución. Con base en X_1 y X_3 se puede definir el llamado "balance" (o saldo de opinión) como la diferencia entre X_1 y X_3 ²:

² El autor juzga que la traducción "balance" de la palabra inglesa *balance* es inapropiada y que una traducción más correcta sería "saldo". Como se trata de variables de opinión, una

$$b = X_1 - X_3$$

La construcción de X_1 , X_2 y X_3 permite transformar las respuestas puramente cualitativas de los empresarios en datos que tienen una forma cuantitativa y a los cuales, por lo tanto, se pueden aplicar métodos cuantitativos. Las series de tiempo de X_1 , X_2 , X_3 y de los saldos se pueden utilizar, entonces, como ingredientes en los más variados procedimientos estadísticos (regresiones, análisis factorial, análisis de varianza, etc.).

Es preciso advertir, sin embargo, de entrada, que la utilización de los saldos de opinión en modelos estadísticos, como el que nos proponemos especificar y estimar, contiene un defecto intrínseco y comporta un riesgo no desdeñable. El defecto consiste en que los saldos, por construcción, desconocen y no utilizan la información suministrada por la categoría de "no cambio", lo cual los hace inherentemente ineficientes³. El riesgo en cuestión es el de que, en algunos casos se puede presentar correlación espúrea entre las series de tiempo de los saldos de dos variables distintas cuando, en realidad, ellas son independientes entre sí. Koenig, Nerlove y Oudiz (1981), por ejemplo, muestran que es fácil construir un ejemplo en el cual dos variables de opinión independientes exhiben una perfecta correlación positiva entre sus balances a lo largo del tiempo. Es claro que, cuando éste es el caso, los resultados de, por ejemplo, una regresión de la primera variable en función de la segunda, lucirán mejor de lo que efectivamente deberían ser. Empero, tampoco sería prudente sobreestimar este riesgo y debe tenerse siempre presente que el mismo peligro se presenta en el caso de las series de tiempo de variables cuantitativas tradicionales.

buena traducción sería "saldo de opinión" que es equivalente a la acostumbrada en Francia ("solde d' opinion"). En este trabajo se utilizarán indistintamente las dos formas de traducción.

³ El punto fue señalado originalmente por Carlson y Parkin (1975).

B. Las variables de opinión en modelos de ecuaciones simultáneas

Los esfuerzos tendientes a integrar las variables de opinión en modelos econométricos tuvieron su punto de partida en los trabajos de L.R. Klein (1964) para el National Bureau of Economic Research de los Estados Unidos. Sin embargo, el primer modelo que le otorga un papel protagónico a las variables de opinión y, en especial, a las de carácter anticipatorio es el de Thomas y Friend (1971). Este modelo contiene 17 ecuaciones en las cuales las principales variables explicativas son las de carácter anticipatorio. El núcleo del modelo consiste en seis ecuaciones para los componentes principales de la demanda agregada de bienes finales. Los datos acerca de expectativas entran en la forma de funciones de realización⁴. Es importante resaltar que el modelo compete favorablemente, en la previsión del PIB, con el modelo Wharton y con el modelo OBE del Departamento de Comercio de los Estados Unidos cuando se trabaja con un horizonte de uno o dos trimestres. Para tres y cuatro trimestres hacia el futuro las previsiones son inferiores a las del modelo OBE, aunque todavía son comparables a las generadas por el Wharton. Las relaciones anotadas son las mismas para la previsión del consumo, pero cuando de predecir la inversión se trata, el modelo de Thomas y Friend es superior a los otros dos, incluso en el horizonte de cuatro trimestres.

En un trabajo presentado a la decimosexta conferencia del CIRET, Smit (1983) informa acerca de la utilización de las variables de opinión en varios modelos econométricos⁵. Desafortunadamente, no es po-

sible consultar estos trabajos en nuestro país, por lo cual no se presenta aquí una reseña del manejo que hacen de las variables de opinión. Por su parte, Smit expresa la opinión según la cual difícilmente podría decirse que exista consenso acerca de la contribución de las variables mencionadas a la capacidad explicativa y predictiva de los modelos econométricos respectivos. El propio Smit acomete una comparación de modelos de gasto de la economía de Africa del Sur que incluyen variables de opinión con modelos de la misma economía que las excluyen. Cada uno de los modelos contiene siete ecuaciones en las cuales las variables endógenas son las siete componentes dependientes básicas del gasto macroeconómico⁶. Se utilizan veinte variables de opinión, todas en el papel de variables exógenas. Smit llega a las siguientes conclusiones, las cuales guardan mucho interés para nuestros propósitos:

- i) Cuando las variables de opinión se utilizan en ecuaciones de regresión múltiple del tipo "caja negra"⁷, ellas proporcionan un buen grado de ajuste para los componentes dependientes del gasto.
- ii) Los modelos de ecuaciones simultáneas en los cuales el acento cae sobre las variables de opinión no se comportan apreciablemente mejor o peor que los modelos tradicionales; de lo cual se puede inferir que un modelo que ponga el énfasis en las variables de opinión rezagadas puede ser útil para efectos de predicción en un horizonte de tiempo muy corto.

ger, 1975, 1977). Aparte de estas referencias Smit cita las siguientes: Poser y Hecheltjen (1973), Poser (1975, 1976), Niessen (1974) e INSEE (1973).

⁴ El concepto de función de realización fue desarrollado por Modigliani y Cohen (1961), a partir de un modelo general estructural del comportamiento de las empresas, en el cual las expectativas y las decisiones de los empresarios se incluyen como variables.

⁵ Tales modelos incluyen el del Banco del Japón (ver Tsuchiya, 1973) y el del Austrian Institute for Economic Research (ver Aigin-

⁶ A saber, el consumo privado en bienes durables, el consumo privado en bienes semidurables, el consumo privado en no durables, el consumo privado en servicios, la inversión fija privada no-agrícola, el cambio de inventarios en la industria y el comercio y las importaciones de bienes y servicios (distintos a factores).

⁷ Se le da esta denominación a ecuaciones que no se basan en especificaciones estrictas desde el punto de vista teórico pero que, sin embargo, exhiben buen ajuste histórico.

iii) Es difícil retener dos o más variables de opinión en cualquier ecuación de regresión en la cual también haya variables cuantitativas tradicionales debido a problemas de multicolinealidad. Esto da lugar a la sospecha de que una parte sustancial de las 110 series de tiempo de variables de opinión disponibles en África del Sur pueden incorporar información similar.

Smit añade que una de las líneas futuras de investigación debe ser la endogenización de las variables de encuesta y la recolección de evidencia acerca del desempeño predictivo de modelos con variables de opinión endógenas.

Otro intento importante de utilización de las variables de opinión en modelos econométricos es la inclusión de cuatro de ellas como variables endógenas⁸ en el *Modèle Econométrique Trimestriel pour la Conjoncture*. Este es un modelo grande compuesto de 140 variables endógenas y 250 variables exógenas. A propósito de las variables de opinión los autores señalaron que "era tentador usar esta masa de información particularmente rica, pero es claro que, a menos que limitáramos el funcionamiento del modelo a un período muy corto era necesario endogenizar las variables de opinión usadas (...) de otra manera, podríamos vernos confrontados con una predicción exógena, lo cual sería extremadamente difícil".

A manera de conclusión de esta revisión de las tentativas de integrar las variables de opinión en modelos econométricos de ecuaciones simultáneas, se puede afirmar que:

i) Tales variables han demostrado poseer una buena capacidad predictiva en modelos cuyas variables endógenas son cuantitativas del tipo tradicional.

ii) Todos los modelos —con la única excepción del METRIC— han utilizado las variables de opinión como variables exógenas.

iii) No se conoce, hasta el momento, ningún modelo de ecuaciones simultáneas en el cual las variables de opinión constituyan una parte sustancial del conjunto de variables endógenas. Por esta razón, se puede afirmar que el tipo de modelo objeto de este trabajo prácticamente carece de antecedentes.

Antes de abandonar esta sección, es preciso llamar la atención sobre una característica peculiar de los saldos de opinión, cual es el hecho de que, por su propia definición, las variables correspondientes tienen un rango de variación limitado al intervalo (–100, 100). En aquellos casos en que las variables dependientes se miden con base en saldos de opinión, se obtiene una variable *Dependiente Limitada*. Empero, en casos como éstos se trata de variables limitadas en el mismo sentido en que lo son los precios y las cantidades producidas (que son todas magnitudes positivas). No se enfrenta aquí ni la situación de truncamiento, ni la de variables sometidas a censura⁹, que son los casos en los cuales el estimador de mínimos cuadrados ordinarios es sesgado y que corresponden a lo que, en el lenguaje técnico, los economistas llaman variables dependientes limitadas. En el caso de las variables de opinión, las propiedades del estimador de mínimos cuadrados ordinarios no sufren ninguna modificación.

III. FUNDAMENTACION TEORICA DEL MODELO

A. Cuestiones preliminares

Un modelo econométrico que busca prever el desarrollo a corto plazo del sector industrial debe basarse en un marco teórico apropiado que permita la comprensión de su objeto de estudio. Esta consideración es

⁸ Las cuatro variables son el margen disponible de capacidad, el estado de los inventarios, la situación de tesorería de las empresas y las expectativas de precio para el corto plazo. Ver INSEE (1982).

⁹ Los casos de variables truncadas o sometidas se definen y discuten en Amemiya (1981).

tanto más válida si se tiene la pretensión de que el modelo en cuestión sea de tipo estructural. Esta parte del trabajo busca, precisamente, hacer explícitas las hipótesis teóricas en las cuales se basa la especificación del modelo.

La primera cuestión que es preciso resolver es la de por qué se ha decidido especificar un modelo de ecuaciones simultáneas cuando nos hemos podido limitar a un modelo de una sola ecuación de regresión para predecir el índice de producción industrial. La opción a favor del modelo de ecuaciones simultáneas se basa, en última instancia, en el hecho de que la Encuesta de Opinión es un ejemplo típico, de la vida real, de una situación en la cual la toma de decisión, por parte de los empresarios, acerca de cómo responder a una pregunta determinada depende de, e influye sobre, las respuestas a las otras preguntas. Es decir, se trata de un caso clásico —de libro de texto, se podría decir— de determinación simultánea de un grupo de variables que, de otro lado, son influidas a su vez, por los desarrollos registrados en las estadísticas tradicionales, a la par que influyen sobre ellos.

La segunda consideración pertinente parte de reconocer la estrecha conexión existente entre la actividad industrial y el ciclo económico general. Es bien sabido que el ciclo industrial está en el corazón de las fluctuaciones económicas globales, de tal manera que no se puede estudiar el primero sin, al mismo tiempo, referirse a las segundas. En el caso de las variables bajo consideración, tanto las de la Encuesta de Opinión Empresarial de FEDESARROLLO como el índice de producción industrial del DANE, hay que decir que su relación intrínseca con las alternativas del ciclo económico debería considerarse más allá de toda duda. No sólo es verdad que las propias alternativas del ciclo se pueden medir por el curso seguido por el índice de producción industrial, sino que, además, las variables en cuestión guardan una relación definida con los movimientos cíclicos de la economía asumiendo en algunos casos (inventarios, flujo de pedidos, pedidos por

atender), un papel de primer orden. La consecuencia ineludible de estas consideraciones es que la especificación del modelo debe contar con un fundamento teórico sólido en aquellas elaboraciones de las cuales sea razonable suponer —o que los escasos estudios empíricos hayan demostrado— que contribuyen a la comprensión de las características generales y específicas que asume el fenómeno en la economía colombiana.

La complejidad misma del fenómeno del ciclo y la diversidad de teorías acerca del mismo, así como la falta de consenso respecto de la validez de ellas entre los economistas, permiten arriesgar la hipótesis según la cual es bien probable que ninguna de las teorías tomadas por separado explique satisfactoriamente —por no decir completamente— el curso de las fluctuaciones económicas. Por esta razón, se ha juzgado prudente integrar elementos de diversas teorías y someterlos a la prueba empírica que brinda un modelo econométrico como el que se ha propuesto.

El presente ejercicio de modelaje se inspira en elementos tomados de dos fuentes principales, a saber:

- 1) La teoría keynesiana.
- 2) Un conjunto de elaboraciones que destacan el papel de los inventarios¹⁰.

¹⁰ Es preciso advertir que la naturaleza del modelo objeto de este informe imprime algunas limitaciones a la labor de integrar ciertos elementos que se juzgan pertinentes para el estudio del ciclo en Colombia. En particular, existe una clase de modelos, cuyos pioneros fueron Kalecki (1936), Samuelson (1939) y Hicks (1950), los cuales se basan en una combinación del mecanismo del acelerador de la inversión con el multiplicador del consumo. Estos modelos pueden contribuir de una manera importante a la comprensión del ciclo en un país como el nuestro. El hecho de que el modelo bajo consideración no tenga el carácter de modelo macroeconómico (que, como es bien sabido, es el tipo de modelo que da cabida, de una manera natural, a las funciones de inversión y consumo) hace imposible tomar ventaja de una manera explícita de las formu-

B. Elementos keynesianos

Hay dos elementos de la tradición keynesiana que juegan un papel importante en la especificación del modelo. El primero de ellos se relaciona con el carácter decisivo de la demanda efectiva en la determinación de la actividad del sector industrial. Esta consideración general, que, cuando se refiere a la actividad agregada de la economía, hace parte de los modelos convencionales simples de ingreso y gasto, expuestos en los libros de texto más elementales, adquiere un contenido muy específico cuando se trae a colación el carácter de mercado de precio fijo que exhibe el de los productos del sector industrial colombiano. En efecto, como lo señala Londoño (1985), en Colombia coexisten sectores con diferentes respuestas a los incrementos en la demanda en el corto plazo. Debido a la inelasticidad de la oferta y a una cierta similitud con los mercados de subasta de la teoría Walrasiana, el sector de producción de alimentos puede caracterizarse como un mercado de precio flexible. De otro lado, por su carácter oligopólico y la tendencia estructural hacia la subutilización de la capacidad instalada, entre otros factores, el sector industrial encuadra dentro de la categoría de mercado de precio fijo. La característica distintiva del primer tipo de mercados consiste en que el mecanismo de ajuste ante desequilibrios entre la oferta y la demanda descansa sobre el cambio en los precios. El mercado de precio fijo, por contraste, opera con un mecanismo de ajuste basado en el cambio de la cantidad producida, lo cual equivale a decir que el nivel de actividad, en este tipo de mercado, está determinado por la demanda.

Como se puede apreciar en la especificación de las distintas ecuaciones del modelo, las variables de demanda, tanto de opinión como cuantitativas de tipo tradicional, desempeñan un papel importante

laciones aludidas. Sin embargo, es importante advertir que la teoría económica que subyace el diseño mismo de las encuestas de opinión se inspira en el tipo de modelos aquí mencionados; ver Strigel (1977, p. 53).

como variables explicativas. Entre las primeras, cabe mencionar el flujo de pedidos, el nivel de pedidos por atender, el cambio en el nivel de pedidos y la apreciación de los empresarios acerca de la intensidad de la demanda. Entre las segundas, se destacan el poder de compra de la cosecha cafetera y el balance del sector privado¹¹.

El segundo elemento de inspiración Keynesiana presente en el modelo evoca las elaboraciones del propio Keynes acerca del papel de las expectativas. Recuérdese que, de acuerdo con este autor, "... el comportamiento de cada empresa individual al decidir el nivel de producción diario está determinado por las *expectativas de corto plazo* —expectativas en cuanto al costo de producir en las varias escalas de producción posibles y expectativas en cuanto a los ingresos provenientes de las ventas de esta producción—". (Keynes, 1936, p. 47. El subrayado es del autor. La traducción es nuestra).

Una de las virtudes cruciales de las encuestas de opinión empresarial yace precisamente en que su diseño mismo está iluminado por la concepción teórica en la cual las expectativas asumen un papel de primera magnitud. El trabajo de los pioneros en la elaboración de encuestas de opinión¹² estuvo estrechamente conectado con las teorías de la Escuela de Estocolmo, la cual enfatizó el papel de las expectativas en el ciclo económico. Esta corriente de pensamiento hace parte de una tradición teórica

¹¹ El balance del sector privado es un indicador de la evolución de la demanda agregada en el muy corto plazo propuesto y construido por FEDESARROLLO. Está definido como el saldo neto de las inyecciones y filtraciones exógenas de ingreso que recibe (o que sufre) el sector privado de (o hacia) los sectores externo y público. El indicador constituye un "balance del sector privado" con el resto de la economía, ya que es la diferencia entre los ingresos y los egresos de todas las transacciones que las empresas y las familias realizan con el gobierno y con el resto del mundo.

¹² Para una discusión de las bases teóricas de las encuestas véase Strigel (1981), pp. 42-44, 176-179.

que ha insistido en la influencia de los factores psicológicos sobre el curso del ciclo. A ella pertenecen, aparte de Keynes, economistas como Pigou, Jöhr, Katona y Schmolders¹³. El papel decisivo de las expectativas ya está, pues, incorporado en el diseño mismo de la encuesta de FEDESARROLLO, como lo comprueba el que 5 de las 13 preguntas permanentes buscan calibrar las expectativas de los empresarios. La especificación del MIPI incluye la variable relativa a una de aquellas preguntas (la variable esperada) como variable endógena. Además la ecuación del índice de producción industrial incluye las expectativas de producción de los empresarios (variable cualitativa) en el conjunto de las variables explicativas.

C. El papel de los inventarios

Como se señaló arriba, una vertiente teórica que ha orientado el presente modelo ha sido la relativa a las formulaciones sobre las causas y consecuencias de las fluctuaciones en inventarios. El destacado economista norteamericano Alan S. Blinder (1981a, 1981b) ha enfatizado la "importancia abrumadora" de los movimientos de los inventarios en el ciclo económico. Ha llamado la atención, además, sobre el hecho que, en relación con su significación, la inversión en inventarios es el aspecto menos investigado de la actividad económica.

La hipótesis más influyente acerca del comportamiento de los inventarios fue desarrollada por Metzler (1947), en el marco de los modelos de multiplicador-acelerador. En ella, el nivel deseado de las existencias de productos terminados varía en función de las ventas anticipadas, las cuales, a su vez, reflejan las ventas observadas en el pasado reciente. Un alza inicial en el nivel de la demanda agregada (en ítems distintos a inventarios) presiona sobre los inventarios existentes y tiende a agotarlos, frente a lo

cual las firmas tratan de incrementarlos para llegar al nivel "normal" deseado. Pero la inversión en inventarios tiene el efecto de retroalimentación de elevar los ingresos y, por lo tanto, el consumo, lo cual induce una nueva disminución de los inventarios. Esta reducción causa nuevos y reiterados aumentos en inventarios, producción y ventas. Empero, en algún momento, en el curso de la expansión, las tasas de crecimiento de las ventas y, por ende, también las de los inventarios empiezan a descender, lo cual lleva, tarde o temprano, a que caigan el ingreso y el consumo y a una reducción en los niveles deseados de inventarios. De nuevo, los esfuerzos tendientes a salir de los inventarios indeseados conducen a una caída mayor del ingreso y el consumo. Eventualmente, sin embargo, la tasa de descenso de las ventas empieza a disminuir e incrementos en el ingreso y el consumo inician un nuevo ciclo.

La posición deseada de inventarios tiene también un lugar central en el llamado "modelo de Modigliani"¹⁴. Este modelo y el de Metzler se han utilizado como las fuentes principales para la elaboración de hipótesis acerca de la inversión en inventarios. Con base en ellos se desarrolló el modelo que le asigna a los inventarios el papel de contribuir a suavizar el proceso de producción a lo largo del tiempo y servir de amortiguadores en el evento de variaciones bruscas en las ventas¹⁵. De acuerdo con Blinder (1981b), este modelo es el único que ha proporcionado un fundamento microeconómico para una cantidad sustancial de trabajo empírico.

De lo anterior se desprende que uno de los indicadores claves que sirven de punto de referencia a los empresarios en la toma de decisiones es el estado de los inventarios. En consecuencia, la apreciación que

¹³ Las referencias pertinentes - citadas en Strigel (1981) y Vogler (1977) - son: Pigou (1927), Katona (1960), Jöhr (1972) y Schmolders (s.f.).

¹⁴ El cual se debe, en realidad, a Modigliani y Holt. Ver Holt y Modigliani (1961), citado por Naggl (1981).

¹⁵ A este modelo se le acostumbra denominar "Modelo de suavización de la producción y stock amortiguador".

los empresarios tienen sobre los mismos se utiliza como variable explicativa en las ecuaciones para la opinión de los empresarios sobre el incremento en la producción, el clima de los negocios, el nivel de pedidos por atender y el índice de producción industrial.

IV. ESTRUCTURA, ESPECIFICACION Y ESTIMACION DEL MODELO

A. Estructura y comentarios generales

El MIPI puede ser considerado como el resultado de la articulación de dos bloques; el primero de ellos constituido por aquellas ecuaciones en las cuales las variables dependientes son variables de opinión (las primeras ocho ecuaciones) y el segundo constituido por la única ecuación cuya variable dependiente es del tipo cuantitativo tradicional (la ecuación para el índice de producción industrial). La otra característica importante de la estructura del MIPI es la relación de recursividad existente entre los dos bloques mencionados. De acuerdo con Theil (1971), se dice que un sistema de ecuaciones simultáneas es recursivo por bloques cuando la matriz de los coeficientes de las variables endógenas es triangular por bloques y la matriz de varianzas y covarianzas de los errores es diagonal por bloques. Si se supone que la última condición se cumple, la observación directa de las ecuaciones del modelo en su conjunto permite diagnosticar la recursividad puesto que, en efecto, ninguna de las variables endógenas (contemporáneas) del primer bloque aparece como variable explicativa en la ecuación que constituye el segundo bloque, y la variable endógena de este último no aparece como variable explicativa en ninguna de las ecuaciones del primer bloque.

El modelo se estimó mediante el método de mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E), el cual, como es bien sabido, permite obtener estimadores consistentes de los coeficientes de regresión en sistemas de ecuaciones simultáneas.

Sin embargo, el método en cuestión es equivalente, en su segunda etapa, al procedimiento convencional de regresión lineal, y, por lo tanto, los estimadores obtenidos mediante su aplicación se ven asediados por el mismo tipo de problemas que pueden sesgar, hacer inconsistente y/o volver ineficiente al estimador de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), en particular, los problemas relacionados con la presencia de una matriz de varianzas y covarianzas de los errores que no sea proporcional a la matriz identidad (como consecuencia de la existencia de autocorrelación o heteroscedasticidad). También podría presentarse el problema de falta de precisión de los coeficientes estimados si existiese multicolinealidad. Por estas razones, es apropiado hacer algunos comentarios al respecto de cómo se enfrentaron los mencionados problemas potenciales en relación con el MIPI.

En primer lugar, es preciso señalar que la versión simplificada del modelo que aquí se publica, a diferencia de la versión que se presentó en Melo (1986), no evidencia la presencia de multicolinealidad cuando se aplica la prueba propuesta por Besley, Kuh y Welsch (1980).

En cuanto a la posible presencia de heteroscedasticidad y/o autocorrelación, el autor defiende una actitud que, por ser objeto de controversia, requiere una discusión cuidadosa, previamente a cualquier consideración de las pruebas de detección y de otras cuestiones de detalle. La posición que se defiende es la de que —con una sola excepción, que se explica más adelante— los investigadores deben aferrarse, de una manera decidida, al carácter consistente del estimador de MCO y abstenerse de aplicar procedimientos supuestamente correctivos cuando se detecta uno cualquiera de los problemas aludidos (o ambos). El razonamiento que justifica esta prescripción es el siguiente: Siendo la práctica de la econometría el reino de la incertidumbre, el investigador no debe arriesgar aquellos atributos de un estimador que tienen probabilidad razonable de corresponder a la realidad (la consistencia, en este caso) a cam-

bio de ganancias inseguras en otros atributos (la eficiencia por ejemplo) que se tendrían que pagar al costo de renunciar a los primeros. Para el caso, por ejemplo, de los procedimientos de "corrección" de la autocorrelación parece razonable seguir a Engle (1974) quien argumenta que, si bien debe reconocerse que existe la *posibilidad* de una ganancia importante en eficiencia, *si se logra una especificación apropiada del proceso estocástico* de autocorrelación de los residuos (cuya verdadera naturaleza es *desconocida*), la comparación relevante no es aquella entre el estimador óptimo para un proceso supuestamente conocido y el estimador (ineficiente bajo condiciones de autocorrelación) de mínimos cuadrados, sino la que debe establecerse entre un estimador que a pesar de su ineficiencia es consistente (si el modelo está correctamente especificado) y otro (el resultante de la "corrección") que bien puede ser inconsistente. Como se sugiere arriba, cuando se mira la cuestión desde el ángulo que aquí se propone, vale más perder un poco de eficiencia, pero conservar el carácter consistente del estimador de MCO, en vez de arriesgar la pérdida de la consistencia a cambio de una ganancia insegura en eficiencia.

Entre otras cosas, porque, como lo demuestran los ejercicios llevados a cabo por Engle, la adopción de los procedimientos correctivos usuales puede resultar, paradójicamente, en una pérdida adicional de eficiencia. De todas maneras, lo que no debe perderse de vista es que, cuando se adopta el método de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG) para "corregir" la autocorrelación (y todos los procedimientos "correctivos" son variantes de este método) se incurre en un serio riesgo de obtener un estimador inconsistente. El hecho cierto es que los requisitos para que el método en cuestión produzca estimadores consistentes son más estrictos que los exigidos para el estimador del MCO. Hayashi y Sims (1983), por ejemplo, han encontrado casos en los cuales la regla de estimación de MCG produce estimadores inconsistentes.

A la luz del razonamiento anterior puede apreciarse cuán ingenuo es el procedimiento seguido en muchos trabajos de econometría aplicada, en los cuales, una vez se detecta la presencia de autocorrelación, se pasa a aplicar un procedimiento de "corrección", que en la mayoría de los casos es el de Cochrane - Orcutt. Con base en el argumento arriba expuesto, el autor prefiere adherirse al punto de vista de Brown y Maital (1981), según el cual la aplicación mecánica (y, algunas veces, irreflexiva) de los procedimientos más comunes de corrección de la autocorrelación puede, de hecho, ser contraproducente.

Empero, como se mencionó, existe una excepción a la norma de conducta práctica aquí propuesta y es una excepción que se formula para ser consecuente con el criterio de asegurar, y defender, la consistencia de los estimadores. Por lo tanto es una excepción completamente congruente con la prescripción que se acaba de justificar. El caso es que, como es bien sabido, cuando el estimador de MCO se aplica a ecuaciones de regresión que incluyen rezagos de la variable dependiente en el conjunto de las variables explicativas, el estimador deviene *inconsistente, si hay autocorrelación*. Si queremos aplicar el criterio de aferrarnos a los estimadores consistentes, aquí no hay nada a que aferrarse. Por el contrario, es preciso desechar el estimador de MCO y buscarle un sustituto que sea consistente. El sustituto no puede ser el estimador resultante del procedimiento de Cochrane Orcutt, pues éste también es inconsistente. Afortunadamente, Hatanaka (1974) desarrolló un estimador consistente y asintóticamente eficiente para el modelo de ajuste dinámico con errores autorregresivos, conocido con el nombre de "estimador en dos pasos de Hatanaka". Este procedimiento se emplea, con el fin de obtener estimadores consistentes en las ecuaciones cuyas variables dependientes son la opinión de los empresarios acerca de los inventarios (INV) y la opinión de los mismos acerca de la intensidad de la demanda (DEM).

Dicho lo anterior, no es ocioso, sin embargo, hacer referencia a los resultados de las pruebas de detección de autocorrelación¹⁶. Para las ecuaciones que contienen la variable dependiente rezagada se condujo la prueba basada en el estadístico H de Durbin, pues como es bien conocido, el estadístico de Durbin y Watson está sesgado en contra del hallazgo de correlación serial en la presencia de variable dependiente rezagada. En ambos casos, vale decir, para las ecuaciones de INV y DEM, se encontró autocorrelación y, como ya se dijo, se buscó obtener estimadores consistentes mediante el procedimiento de Hatanaka. Para las siete ecuaciones restantes se practicaron las pruebas de Durbin-Watson y la de Box-Pierce. Como se puede apreciar en el Cuadro 1, las pruebas dan resultados opuestos (y, por lo tanto, mutuamente inconsistentes) para el caso de cuatro de las siete ecuaciones en las que no hay variable dependiente rezagada. En las tres ecuaciones restantes, las dos pruebas coinciden en rechazar la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación.

Finalmente debe recordarse que la presencia de valores bajos del estadístico de Durbin-Watson conduce a una sobreestimación de los estadísticos t, por lo cual en varias de las ecuaciones, los estadísticos deben ser interpretados con cautela.

B. Los datos

El modelo utiliza series de datos de catorce variables distintas, once de las cuales son variables de opinión, siendo las tres restantes variables cuantitativas de tipo tradicional.

Tres variables de opinión son tomadas en su totalidad de la publicación titulada *Indicadores de la Actividad Productiva*, boletín por medio del cual FEDESARROLLO da a conocer públicamente los resul-

¹⁶ Debe advertirse que se tomó la decisión de ignorar la posible presencia de heteroscedasticidad con base en la consideración según la cual ésta no es un problema frecuente en modelos de series de tiempo.

CUADRO 1

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE DURBIN-WATSON Y BOX-PIERCE PARA ALGUNAS ECUACIONES DEL MIPI¹

Ecuación ²	¿Se acepta Ho? ³	
	Durbin - Watson	Box - Pierce
1. CLI	NO	SI
2. DQ	NO	SI
4. OPED	NO	SI
5. DPAT	NO	SI
6. PAT	NO	NO
8. DEMSP	NO	NO
9. QI	NO	NO

¹ Se incluyen las ecuaciones que no contienen variables dependientes rezagadas en el conjunto de las variables explicativas.

² Las ecuaciones se identifican por el número y por la variable dependiente de cada una (véase la sección C más adelante).

³ Ho es la hipótesis nula de ausencia de autorrelación serial de los residuos.

tados de la Encuesta de Opinión Empresarial que la institución conduce, de una manera regular, en los sectores industrial, comercial y de la construcción.

Las variables cuantitativas de tipo tradicional son el índice de producción industrial real, la capacidad de compra de la cosecha cafetera y el balance del sector privado. El índice de producción industrial nacional se calcula a partir de la información que publica el DANE relativa a los cambios porcentuales en el mismo. Las series para la capacidad de compra de la cosecha cafetera y para el balance del sector privado fueron construidas por FEDESARROLLO para ser usadas en los análisis trimestrales de la coyuntura económica colombiana.

Todas las series tienen una periodicidad mensual. El período de estimación va de agosto de 1981 a diciembre de 1986.

C. Especificación y estimación

Ecuación 1. El clima de los negocios

El clima de los negocios (CLI) es una variable que busca medir el estado de optimismo (o pesimismo) de los empresarios en un momento determinado. Se calcula como el promedio geométrico de los saldos de opinión correspondientes a las dos preguntas de la encuesta en las cuales se pide a los empresarios evaluar la situación económica en el momento dado y una apreciación acerca de la situación económica esperada en los seis meses siguientes, respectivamente.

La especificación que aquí se adopta supone que el mayor o menor optimismo de los empresarios depende de la apreciación que éstos tengan acerca del estado de los inventarios (INV) y del estado de la demanda presente, la cual se supone que es calibrada por los empresarios a partir de dos indicadores, a saber, el nivel de pedidos por atender (PAT) en el mes previo y la capacidad de compra de la cosecha cafetera (COSEK) en el mismo mes.

Los resultados de la estimación de la ecuación son los siguientes:

$$CLT_t = 37.12 \quad -0.57 INV_t \\ (10.18) \quad (-3.32)$$

$$+ 1.022 PAT_{t-1} \quad + 0.0017 COSEK_{t-1} \\ (7.41) \quad (3.93)$$

$$R^2 = 0.764 \quad \bar{R}^2 = 0.752 \quad D - W = 0.55$$

Se puede apreciar que todos los coeficientes son significativos (aun cuando, como ya se indicó, las estadísticas t entre paréntesis están sobreestimadas, debido a la presencia de autocorrelación). Los resultados indican, además, que la percepción por parte de los empresarios de que los inventarios son demasiado grandes conduce a sentimientos de pesimismo, mientras que aumentos en el nivel de pedidos por atender y en la capacidad de compra de la cosecha cafetera (ambos en el mes anterior) contribuyen a incrementar el optimismo.

Ecuación 2. La tendencia presente de la producción

La variable "juicio de los empresarios acerca de la tendencia presente de la producción" (DQ) viene medida por el saldo de opinión de la pregunta en la cual se pide comparar la actividad productiva en el mes objeto de la encuesta con la actividad en el mes anterior y determinar si fue más intensa, más débil o aproximadamente la misma. En la especificación de la ecuación para DQ, se supone que ésta depende de tres variables explicativas, a saber:

i) La apreciación que los empresarios tenían en el mes anterior acerca del estado de los inventarios en relación con el nivel normal, dada la época del año, (INV). Siguiendo la teoría de Metzler y Modigliani, se considera que los inventarios son un indicador al cual los empresarios prestan atención al tomar decisiones que se van a reflejar en la producción en el futuro inmediato.

ii) El nivel de pedidos por atender en el período previo (PAT_{t-1}). Se postula la hipótesis según la cual existe una relación de proporcionalidad directa entre el nivel de pedidos por atender al principio del período t (final del período t-1) y la producción del mismo período.

iii) El flujo de pedidos recientes (DPED_t). Se supone que esta variable es un indicador de la demanda de corto plazo. Siguiendo a Kiman y Sobel (1974), se supone que las firmas cambian su nivel de producción en respuesta a cualquier cambio, temporal o permanente, en la demanda.

Los resultados de la estimación vienen dados por:

$$DQ_t = 5.43 \quad - \quad 0.37 INV_{t-1} \\ (2.55) \quad (-4.84)$$

$$+ 0.25 PAT_{t-1} \quad + \quad 0.79 DPED_t \\ (3.27) \quad (11.11)$$

$$R^2 = 0.914 \quad \bar{R}^2 = 0.910 \quad D-W = 0.593$$

Estos resultados apoyan la hipótesis según la cual cuando los empresarios juzgan que las existencias de productos terminados son demasiado grandes con respecto a su nivel normal reducen la producción. Se confirma también que aumentos en la demanda de corto plazo (medidos aquí por PAT_{t-1} y $DPED_t$) conducen a incrementos en la producción.

Ecuación 3. Nivel de inventarios

La especificación de la ecuación para la variable "apreciación subjetiva del estado de los inventarios" (INV) se basa, parcialmente en König y Nerlove (1983). Estos autores señalan que el juicio de un empresario acerca del nivel de inventarios corriente depende principalmente de sus expectativas acerca de las tendencias futuras de la demanda en relación con los costos potenciales de cambiar los niveles correspondientes de producción. Una medida de estos últimos es la rapidez con la cual han variado los inventarios efectivos y los pedidos por atender. En nuestra especificación, las variables "apreciación de los inventarios en el período t-1" (INV_{t-1}) y "cambio en el nivel de pedidos por atender entre t-1 y t" ($DPAT_t$) buscan captar las últimas influencias. Adicionalmente, se postula que la apreciación acerca del nivel de inventarios debe verse influida por el incremento que se esté presentando en la producción respecto del mes anterior (DQ_t).

Utilizando el procedimiento en dos pasos de Hatanaka, los resultados son los siguientes:

$$\begin{aligned} INV_t = & 2.76 + 0.29 DPAT_t \\ & (3.26) \quad (3.41) \\ & + 0.84 INV_{t-1} - 0.13 DQ_t \\ & (19.03) \quad (-1.34) \\ R^2 = & 0.940 \quad \bar{R}^2 = 0.937 \quad D-W = 1.509 \end{aligned}$$

Los cuales confirman las hipótesis acerca de las dos influencias mencionadas por König y Nerlove pero no la postulada para la tendencia corriente en la producción, para la cual el coeficiente no es significativo y el signo es el contrario al esperado.

Ecuación 4. Flujo de pedidos

La opinión de los empresarios acerca de la tendencia en el flujo de pedidos en el período presente se mide mediante el saldo de opinión correspondiente a la pregunta en la cual los empresarios son llamados a comparar los pedidos recibidos en el mes objeto de la encuesta con los pedidos recibidos en el mes anterior y establecer si los primeros aumentaron, disminuyeron o no cambiaron respecto de los últimos. La variable se denota DPED. En la especificación de la ecuación correspondiente se supone que esta variable depende de las tendencias recientes en la demanda agregada y de las tendencias contemporáneas en la producción. Las primeras están representadas, para el caso de esta ecuación, por el balance del sector privado (BSP), y las segundas por la variable de opinión correspondiente (DQ).

Podría pensarse que en esta ecuación se está invirtiendo la dirección de la causalidad entre los factores involucrados. Sin embargo, debe tenerse presente que las ecuaciones que incluyen variables de opinión pueden verse, ciertamente, como una traducción de ecuaciones que relacionan las variables correspondientes, pero también pueden verse como ecuaciones que correlacionan las opiniones en cuanto tales. En el caso que nos ocupa, lo que se está haciendo es sacar partido de la simultaneidad de las opiniones. Por otra parte, no hay duda que para una serie de ramas industriales, los pedidos recibidos van a depender de las mayores o menores necesidades de materias primas y bienes intermedios resultantes de las tendencias presentes en la producción.

Los resultados de la estimación de esta ecuación son los siguientes:

$$DPED_t = 2.31 + 0.89 DQ_t + 0.0006 BSP_{t-1} \\ (5.74) \quad (12.77) \quad (3.91)$$

$$R^2 = 0.891 \quad \bar{R}^2 = 0.887 \quad D-W = 0.519$$

Los cuales confirman que mejoras en el clima de los negocios y aumentos en la productividad están asociados con aumentos en el flujo de pedidos.

Ecuación 5. Cambio en el nivel de pedidos por atender

La apreciación de los empresarios acerca del cambio, en el último período, del nivel de pedidos por atender ($DPAT_t$) se mide por medio del saldo de opinión correspondiente a la pregunta en la cual se les pide establecer si el volumen de pedidos al final del mes t era mayor, menor o aproximadamente igual al de finales del mes anterior. En la especificación de la ecuación, se postula que $DPAT_t$ es directamente proporcional al flujo de pedidos ($DPED$) y a la intensidad de la demanda (DEM) en el período corriente e inversamente proporcional a la tendencia presente en la producción. Finalmente siguiendo a König y Nerlove (1983), se propone que uno de los factores que influye en el cambio en el nivel de pedidos son las restricciones (o cuellos de botella) existentes en la capacidad productiva. Se piensa que cuando estas restricciones aumentan, se hace más difícil satisfacer los pedidos vigentes y por tanto su nivel por atender tiende a aumentar. Para representar este factor, hemos construido aquí la variable "cuellos de botella del lado de la oferta" (CBO). Consiste en un índice cuantitativo resultante de la suma simple de los porcentajes de empresas que contestan afirmativamente las preguntas que piden establecer si la falta de capital de trabajo, la escasez de materias primas y los problemas técnicos de la producción han impedido efectuar aumentos en la oferta que la capacidad instalada existente habría hecho posible de no mediar las circunstancias mencionadas.

Los resultados de la estimación son los siguientes:

$$DPAT_t = -5.44 + 1.06 DPED_t + 0.15 DEM_t - 0.19 DQ_t + 0.02 CBO_t$$

$$\begin{matrix} (-2.00) & (9.63) & (3.13) & (-1.55) & (1.03) \end{matrix}$$

$$R^2 = 0.945 \quad \bar{R}^2 = 0.941 \quad D-W = 1.15$$

Las hipótesis arriba mencionadas encuentran confirmación empírica desde el punto

de vista de los signos de los coeficientes. Sin embargo, los coeficientes de CBO_t y DQ_t no son distintos de cero al nivel de significación estadística del 5%.

Ecuación 6. Nivel de pedidos por atender

La variable "nivel de pedidos por atender" se mide por medio del saldo de opinión correspondiente a la pregunta en la cual se inquiere a los empresarios acerca de si el volumen de pedidos que enfrentan, en el momento de responder la encuesta, es alto, bajo o normal.

La especificación de esta ecuación se inspira en algunas sugerencias de Lindlbauer y Strigel (1983) y de König y Nerlove (1983). La primera pareja de autores trae a cuento una encuesta especial que el Instituto IFO de Munich condujo con el fin de investigar los factores determinantes de las respuestas de los empresarios a las encuestas regulares llevadas a cabo por la institución. La encuesta especial reveló que, con respecto a la pregunta acerca del nivel de pedidos, 70% de los encuestados declararon que acostumbran tomar como base para su respuesta el número de meses de actividad productiva asegurada por los pedidos existentes. Esta variable es afectada, a su vez, por: (a) el flujo de pedidos; (b) la producción (o entregas) y (c) la capacidad de producción disponible. Con base en estas consideraciones, nuestra especificación incluye el flujo de pedidos, $DPED_t$, como variable explicativa, pero la experimentación hecha incluyendo la variable de opinión referida a la tendencia presente en la producción así como un índice de utilización de la capacidad instalada llevó a la conclusión de que estas dos últimas variables no juegan un papel significativo en la determinación del nivel de pedidos por atender.

König y Nerlove (1983) proponen que también la demanda esperada y los cambios en inventarios son factores determinantes de PAT . En el MIPI estas recomendaciones no se siguen al pie de la letra sino que se las integra de una manera modificada. En pri-

mer término, en lugar de utilizar la demanda esperada como variable explicativa, se hace uso de la opinión de los empresarios acerca de la demanda corriente (DEM_t). A este propósito debe tenerse presente que la demanda actual puede considerarse una variable sustitutiva de la demanda futura esperada en la medida en que, como se verá más adelante, esta última depende fuertemente de la primera. Además, resulta razonable presumir que el nivel de la demanda, en un momento dado, contribuye a determinar el de pedidos por atender. En segundo término, en lugar de los cambios en el nivel de inventarios se usa la apreciación acerca del nivel mismo, en la esperanza de que sea una buena variable sustituta de la primera. Los resultados empíricos son:

$$\begin{aligned} PAT_t &= 2.18 + 0.60 INV_t \\ &\quad (0.73) \quad (10.76) \\ &+ 0.72 DEM_t + 0.43 DPED_t \\ &\quad (9.92) \quad (5.50) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.953 \quad \bar{R}^2 = 0.950 \quad D-W = 0.986$$

Los resultados indican que el nivel de pedidos por atender depende de la intensidad de la demanda y del flujo de nuevos pedidos. Sin embargo, aparece una asociación positiva, anómala, entre el nivel de los inventarios y el de pedidos por atender, según la cual a un alto nivel de inventarios correspondería un elevado nivel de pedidos por atender.

Ecuación 7. Intensidad de la demanda

La especificación de esta ecuación incluye tres variables explicativas. La primera de ellas es el nivel de pedidos por atender; la segunda es el flujo de nuevos pedidos, el cual ha sido reconocido por los estudiosos de las encuestas de opinión¹⁷ como un indicador definido de la intensidad de la demanda, a tal punto que las dos variables son intercambiables en modelos logarítmico-lineales en los que juegan el papel de variables condicionantes. Se postula, además,

¹⁷ Ver, por ejemplo, Nerlove (1983).

que la apreciación acerca de la demanda en el período presente debe depender también de la apreciación correspondiente al período anterior (DEM_{t-1}).

Los resultados de la estimación de la ecuación, aplicando el procedimiento de Hatanaka, son los siguientes:

$$\begin{aligned} DEM_t &= 5.40 + 0.14 PAT_t \\ &\quad (3.64) \quad (4.17) \\ &+ 0.033 DPED_t + 0.77 DEM_{t-1} \\ &\quad (1.12) \quad (14.19) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.963 \quad \bar{R}^2 = 0.962 \quad D-W = 1.596$$

Ecuación 8. Demanda esperada

Se adopta una hipótesis muy simple acerca de la formación de las expectativas de la demanda futura ($DEMESP$). Estas dependerían de la apreciación que se tenga acerca de la demanda presente. Esta hipótesis encuentra suficiente respaldo en los resultados econométricos siguientes:

$$\begin{aligned} DEMESP_t &= -2.00 + 0.80 DEM_t \\ &\quad (-2.00) \quad (31.09) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.939 \quad \bar{R}^2 = 0.938 \quad D-W = 0.812$$

Ecuación 9. Índice de producción industrial real

En la especificación de esta ecuación se postula que la producción industrial en un mes determinado depende de las decisiones en materia de producción tomadas por los empresarios en los períodos previos. Estas decisiones son una función, a su vez, de un conjunto de variables que incluye:

- i) *El clima de los negocios.* Desde su introducción por Strigel (1965), esta variable ha sido reconocida como un notable indicador avanzado de la producción industrial. Nuestra experimentación con distintos rezagos de esta variable nos condujo a la conclusión de que el adelanto promedio del clima respecto del índice de producción industrial en Colombia es de seis meses.

- ii) *Las expectativas de producción (QESP) tres meses atrás.* A este respecto es preciso tener en cuenta que las expectativas de producción que se derivan de las encuestas de opinión empresarial se pueden interpretar como *planes* de los empresarios. En esta perspectiva, es razonable suponer que los planes de producción en los meses previos se reflejen en la producción corriente. Esta presunción se ve respaldada por las investigaciones de P.A. Klein (1983) para varios países europeos y de Strigel (1981) para la República Federal de Alemania.
- iii) *La opinión de los empresarios, dos meses atrás acerca del estado de los inventarios.* Siguiendo las hipótesis de Metzler y Modigliani se supone que los empresarios prestan atención al estado de los inventarios al tomar decisiones que se han de reflejar en la producción futura.
- iv) *El nivel de pedidos por atender en el período previo.* Esta variable es un indicador de la demanda de corto plazo.
- v) *El balance del sector privado (BSP) cuatro meses atrás.* Los ejercicios gráficos de correlación llevados a cabo por los investigadores de FEDESARROLLO han permitido concluir que la evolución del BSP lleva un adelanto promedio de cuatro meses respecto del índice de producción industrial.

Los resultados de la estimación son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 QI_t = & 96.52 & + & 0.17 & CLI_{t-6} \\
 & (29.98) & & (2.38) \\
 + & 0.34 & QESP_{t-3} & -0.19 & INV_{t-2} \\
 & (5.95) & & (-2.03) \\
 + & 0.29 & PAT_{t-1} & + 0.0018 & BSP_{t-4} \\
 & (3.46) & & (6.89)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.875 \quad \bar{R}^2 = 0.864 \quad D-W = 0.724$$

Estos resultados indican que las diversas variables explicativas en la ecuación consti-

tuyen buenos indicadores avanzados de la evolución del índice de producción industrial nacional. Así, una mejora del clima de los negocios se expresa en un aumento del índice seis meses más tarde; un incremento del gasto macroeconómico del sector privado (tal como se expresa en el BSP) tiene el mismo efecto, cuatro meses más tarde y un aumento en el nivel de pedidos por atender conduce a un incremento en la producción industrial real en el mes siguiente. Además, los resultados demuestran que las expectativas de los empresarios, los cuales se formulan para el horizonte de tres meses, ejercen un papel significativo en la determinación de la producción futura. Finalmente, puede verse que, cada vez que hay un incremento en la percepción de los empresarios de que los inventarios son demasiado altos, se presenta dos meses más tarde una disminución de la producción industrial.

V. LA CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MODELO

La prueba de la capacidad predictiva del modelo se llevó a cabo tanto al interior de la muestra como por fuera de la misma. Como quiera que la prueba decisiva de la exactitud de los pronósticos de cualquier modelo econométrico es la que se realiza examinando la bondad de sus predicciones, *por fuera de la muestra*, sólo se informan los resultados correspondientes. Los resultados de las pruebas al interior de la muestra están disponibles para quien desee conocerlos.

Es importante advertir que las pruebas de predicción se hacen exclusivamente con base en el modelo estructural, es decir, sin utilizar la forma reducida del modelo. Este constituye una prueba particularmente exigente de su capacidad de pronóstico.

Para realizar la prueba de predicción por fuera de la muestra se hace una reestimación del modelo para el período comprendido entre agosto de 1981 y diciembre de 1985 y los coeficientes estimados se utilizan para pronosticar los valores de las variables endógenas a lo largo de 1986. Se di-

señó un programa de computación para obtener pronósticos de cinco meses hacia adelante, y utilizando los valores pronosticados de las variables endógenas (como también de las endógenas rezagadas) y los valores efectivos de las variables exógenas, para mover gradualmente el horizonte de las predicciones hasta cubrir todo el año 1986.

Así, una primera ronda de pronósticos arrojó resultados de previsión para los cinco primeros meses de 1986 (de enero a mayo) y para todas las variables endógenas. A continuación los valores *pronosticados* de las variables endógenas para enero de 1986 se utilizan para correr de nuevo el modelo y para producir un nuevo pronóstico con un horizonte de cinco meses, es decir, para el período de febrero a junio de 1986, mes a mes. En seguida se utilizan los valores pronosticados de las variables endógenas para febrero con el fin de correr el modelo una vez más y obtener nuevos pronósticos para los cinco meses siguientes, es decir, para el período comprendido entre mayo y julio de 1986, mes a mes; y así sucesivamente. Puesto que el programa se diseñó para que los pronósticos llegaran hasta diciembre de 1986, se obtiene, finalmente, para cada una de las variables endógenas, doce pronósticos para un mes adelante, once para dos meses adelante, diez para

tres meses adelante, nueve para cuatro meses adelante y ocho para cinco meses adelante. Los estadísticos para los errores de las predicciones que son comúnmente usados para apreciar la bondad de las mismas se presentan en el Cuadro 2 solamente para el índice de producción industrial que, como se ha señalado, es la variable de mayor interés práctico para efectos de predicción. Los estadísticos calculados son el error promedio, el error promedio absoluto, la raíz cuadrada del error cuadrático promedio y el coeficiente U de Theil.

El cuadro permite observar que se presenta un deterioro de la calidad de los pronósticos a medida que el horizonte de predicción se amplía. Así, por ejemplo, la raíz cuadrada del error cuadrático promedio crece monótonicamente cuando el número de meses adelante aumenta. Empero, el hecho de que el coeficiente U de Theil sea menor que uno hasta el horizonte de cuatro meses hacia adelante permite concluir que las predicciones del índice de producción industrial realizadas con base en el MIPI son superiores a la llamada "predicción ingenua", es decir, aquella en la cual se supone que el valor de las variables no cambia.

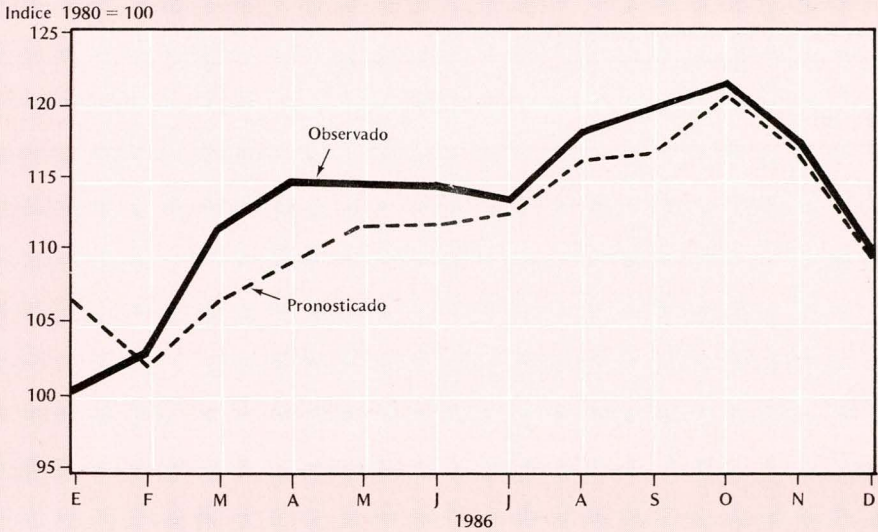
El hecho de que el coeficiente U de Theil exhiba el valor más bajo para el ho-

CUADRO No. 2

CAPACIDAD PREDICTIVA DE LA ECUACION PARA EL INDICE DE PRODUCCION INDUSTRIAL REAL

Meses hacia Adelante	Error Promedio	Error Promedio Absoluto	Raíz cuadrada del error cuadrático promedio	U de Theil	Número de Observaciones
1	0.33	2.99	3.45	0.85	12
2	3.01	3.88	4.79	0.72	11
3	5.65	5.70	6.92	0.86	10
4	7.25	7.25	8.26	0.96	9
5	8.19	8.19	8.85	1.02	8

GRAFICO No. 1
VALORES PRONOSTICADOS Y OBSERVADOS DE LA
PRODUCCION INDUSTRIAL EN 1986



rizonte de predicción de dos meses hacia adelante sugiere que éstas son las mejores predicciones. Empero, los valores de la raíz del error cuadrático señalan que son más bien las predicciones para un mes adelante las que están más cerca de los valores efectivos. En el Gráfico No. 1, los valores pronosticados por el MIPI un mes adelante y los valores efectivos que tomó el índice de producción industrial, lo cual constituye una clara comprobación del notable poder predictivo de aquél. En efecto es preciso destacar:

i) Que la curva de valores previstos aproxima de una manera bastante fiel, la curva de valores efectivos.

ii) Que, en consecuencia, el modelo fue capaz de predecir tanto el repunte sostenido de la producción industrial real entre enero y octubre de 1986, como la caída de la misma en los últimos dos meses.

El desempeño predictivo del modelo resulta tanto más estimulante cuando se tiene en cuenta que *no* se llevó a cabo ningún ajuste en los valores de los coeficientes estimados o en la especificación de la ecuación pertinente a medida que el proceso de predicción se adelantaba en el año 1986.

APENDICE

NOTACION DE LAS VARIABLES DEL MODELO

La columna "tipo de variable" da cuenta de si una variable determinada es de opinión (O) ó cuantitativa tradicional (CT)

Nombre Abreviado	Definición	Tipo de variable
BSP	Balance del sector privado	CT
CBO	Cuellos de botella del lado de la oferta	O
CLI	Clima de los negocios	O
COSEK	Capacidad de compra de la cosecha cafetera	CT
DEM	Apreciación de los empresarios sobre la intensidad de la demanda	
DEMESP	Expectativas de los empresarios acerca de la evolución de la demanda en los próximos 12 meses	O
DPED	Evaluación por parte de los empresarios del flujo de nuevos pedidos en comparación con los del mes anterior	O
DPAT	Opinión de los empresarios acerca del cambio en el nivel de pedidos por atender	O
DQ	Evaluación que hacen los empresarios de la actividad productiva presente comparada con la del mes previo (tendencia presente de la producción)	O
INV	Apreciación de los empresarios acerca del nivel de los inventarios	O
PAT	Juicio de los empresarios acerca del nivel de pedidos por atender	O
QESP	Expectativas de los empresarios acerca de la evolución más probable de la producción en los próximos tres meses	O
QI	Indice de producción real	CT

BIBLIOGRAFIA

- AIGINGER, K. (1975): "Trade Cycle Survey and Investment Anticipation Data in Econometric Models for Australia", 12th *CIRET Conference*, Stockholm.
- . (1977): *The use of Survey Data for the Analysis of Business Cycles*, CIRET-Studies, No. 24, Munich.
- AMEMIYA, T. (1981), "Qualitative Response Models: a Survey, *Journal of Economic Literature*, Diciembre, pp. 1483-1536.
- BELSLEY, D.A., KUH E. y WELSCH, R.E. (1980), *Regression Diagnostics*, John Wiley and Sons, Inc., Nueva York.
- BLINDER, A. S. (1981a), "Inventories and the Structure of Macromodels", *American Economic Review*. Vol. 71, No. 2, Mayo, pp. 11-22.
- . (1981b), "Retail Inventory Behavior and Business Fluctuations, *Brookings Papers on Economic Activity*, No. 2, pp. 443-520.
- BROWN, B. y MAITAL S. (1981), "What Do Economists Know?: An Empirical Study of Experts Expectations" *Econometrica*, vol. 49, pp. 491-504.
- CARLSON, J.A. y PARKIN, M. (1975), "Inflation Expectations", *Economica*, vol. 42, pp. 123-138.

- CHRIST, C.F. "Judging The Performance of Econometric Models of The U.S. Economy, *International Economic Review*, febrero 1975, pp. 54-74.
- ENGLE, R.F. (1974), "Specification of the Disturbance Term for Efficient Estimation", *Econometrica*, vol. 42, pp. 135-146.
- HATANAKA, M. (1974), "An Efficient Two-Step Estimator for the Dynamic Adjustment Model with Autoregressive Errors", *Journal of Econometrics*, vol. 2, pp. 199-220.
- HAYASHI, F. y SIMS C.A. (1983), "Nearley Efficient Estimation of Time Series Models with Predetermined, But Not Exogenous, Instruments", *Econometrica*, vol. 51, pp. 783-798.
- HICKS, J. R. (1950), *A Contribution to the Theory of the Trade Cycle*, Clarendon Press, Oxford.
- HOLT C. y MODIGLIANI (1961), "Firm Cost Structures and the Dynamic Responses of Inventories, Production, Work Force, and Orders to Sales Fluctuations", en Joint Economic Committee of the U.S., *Inventory Fluctuations and Economic Stabilization*, Part II, U.S. Government Printing Office, Washington.
- INSEE (1973): "L'utilisation de variables qualitatives dans un modele", *11th CIRET Conference*, London.
- INSEE (1982), *Métric, une Modelisation de l'économie française*, Paris.
- JÖHR, W.A. (1972), Zur Rolle des psychologischen in der Konjunkturtheorie, IFO-Studien, vol. 18, No. 2.
- KALECKI, M. (1937), "A Theory of the Business Cycle", *Review of Economic Studies*, febrero pp. 77-97.
- KATONA, G. (1960), *Das Verhalten der Verbraucher und Unternehmer*, Tubigen.
- KEYNES, J.M. (1936), *The General Theory of Employment, Interest and Money*, Vol. VII de las Obras Completas de John Maynard Keynes, MacMillan, Cambridge.
- KIRMAN, A.P. y SOBEL M.J. (1974), "Dynamic Oligopoly with Inventories", *Econometrica*, Vol. 42, pp. 279-287.
- KLEIN, L.R. (1964) "A Post-War Quarterly Model: Description and Applications", en *Models of Income Determination*, Studies in Income and Wealth, NBER, Vol. 28.
- (1983) *Improving forecasts with Survey Indicators. An Empirical Test*, CIRET, 16th Conference, Washington.
- KÖNIG, H. M. NERLOVE (1983), "Response of Prices and Production to Unanticipated Demand Shocks: Some Microeconomic Evidence", CIRET, 16th, Conference, Washington.
- LINDLBAUER, J.D. y STRIGEL, W.H. (1983), "Some Comments on P.A. Klein's paper: Improving Forecasts with Survey Indicators. An Empirical Test", CIRET, 16th Conference, Washington.
- LONDOÑO, J.L. (1985), "Ahorro y Gasto en una economía heterogénea: El Rol Macroeconómico del Mercado de Alimentos", *Coyuntura Económica*, Vol. XV, No. 4, diciembre, pp. 129-182.
- MELO, A. (1986), "MIPI: Un modelo de predicción del índice de producción industrial basado en variables de opinión", Informe de investigación presentado al Departamento Nacional de Planeación, FEDESARROLLO, abril, Bogotá.
- MODIGLIANI, F. y COHEN K. (1961), *The Role of Anticipations and Plans in Economic Behavior and Their Use in Economic Analysis and Forecasting*, Studies in Business Expectations and Planning, No. 4, Urbana (Illinois).
- NAGGL, N. (1981), Explanation and Prediction of Inventory Investment with the Use of Anticipations Variables, CIRET, 15th Conference, Septiembre-octubre, Atenas.
- NERLOVE, M. (1983), "Expectations, Plans and Realizations in Theory and Practice", *Econometrica*, Vol. 51, No. 5, septiembre, pp. 1251-1279.
- NIESSEN, H.J. (1974): *Der Beitrag Empirisch Erhobener Antizipationsvariablen zur Konjunkturellen Kurzfristprognose*, Dunker and Humboldt, Berlin.
- PIGOU, A.C. (1927), *Industrial Fluctuations*, 1a. Edición, Londres.
- POSER, G. (1975): "Theoretical implications and Empirical Results of the use of Anticipatory Data in a Macro-economic", *12th CIRET Conference*, Stockholm.
- POSER, G. (1976): *Die Verwendbarkeit von Urteilen und Erwartungen im Rahmen der Konjunkturanalyse*, IFO-Studies, Nro. 1/2, Munich.

- POSER, G. and HECHELTJEN, P. (1973): "The Use of Anticipations Data in a Quarterly Econometric Model of the Federal Republic of Germany's Economy", *11th CIRET Conference*, London.
- SAMUELSON, P.A. (1939), "Interaction Between the Multiplier Analysis and the Principle of Acceleration", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 21, No. 2, mayo, pp. 75-78.
- SCHMOLDERS, G. (s.f.), *Okonomische Verhaltensforschung*, Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein Westfalen, No. 71, Colonia-Opladen.
- SMIT, E.V.D. (1983), *Systematic Comparison of Expenditure Models of the South African Economy Excluding and Including Opinion Survey Variables*, CIRET, 16th Conference, Washington, Septiembre.
- STRIGEL, W.H. (1965), "Die Konjunkturumfragen des IFO-Institus für Wirtschaftsforschung", *Allgemeines Statistisches Archiv*, Vol. 49, No. 2.
- STRIGEL, W.H. (1977), "The Business Climate's Leading Indicator" en W.H. Strigel (ed.), *In Search of Economic Indicators. Essays on Business Surveys*, Springer-Verlag, Berlin.
- STRIGEL, W.H. (1981), *Essays on Trade Cycle Surveys*, CIRET Studien, 30, Munich.
- THOMAS, W. and FRIEND, I. (1971), *The Predictive Ability of Expectational Variables in different Types of Econometric Models*, CIRET Conference.
- TSUCHIYA, H. (1973): "Use of Business Survey Data in the Bank of Japan Econometric Model", *11th CIRET Conference*, London.
- VOGLER, K.A. (1977), "The Business Situation: On the Meaning of an Undetermined Survey Variable", en W.H. Strigel (ed.) *In Search of Economic Indicators. Essays on Business Surveys*, Springer-Verlag, Berlin.