

69
291



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ECONOMIA

**TECNICAS DE PRONOSTICO ECONOMICO
EL CASO DE LOS PRECIOS AGRICOLAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN ECONOMIA
P R E S E N T A :
JOSE VICENTE GOMEZ PALAFOX

DIRECTOR DE TESIS: DR. ALEJANDRO VALLE B.



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN** CO, D. F.

1997.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Son en estos momentos cuando se acostumbra dar las gracias a todos aquellos que ayudaron a que estos hechos se lleven acabo, cuando es más difícil hablar con claridad, dado todos los sentimientos que envuelven estas líneas.

Primeramente, quiero agradecer a mis primeros maestros, a mis padres, maestros de toda la vida y momento, quienes siempre me enseñaron a luchar por cada una de las metas que uno se fija y a hacerlo de la mejor manera , con trabajo y honestidad.

Gracias Papa por ser mi primer maestro, mi primer amigo y mi primer juez para corregirme con sapiencia y acierto.

Gracias Mama por ser la mejor maestra de mi vida, por enseñarme la humildad y paciencia, por formarme como persona y mostrarme el valor de un camino limpio y digno durante la vida, gracias por tu amor de madre y tu gran paciencia.

Por todo ello, este logro es primeramente de ustedes dos, gracias por estar a mi lado siempre y apoyarme en todo lo que he necesitado.

A mis hermanas, Matilde, Graciela y Guadalupe, quienes han acompañado siempre todos mis esfuerzos con apoyo y alegría, gracias por soportarme tanto tiempo.

A mis amigos y compañeros de estudio, quienes siempre me demostraron amistad, compañerismo y respeto.

A Jorge, quien siempre me mostró la fuerza del trabajo y la dedicación.

A Leonardo, quien todo este tiempo me ha enseñado el trabajar con paciencia y esfuerzo para lograr lo que se desee.

A Héctor quien me hizo apreciar el luchar y aferrarme a las metas que valen la pena.

A Olga, mi mejor amiga, con quien compartí los mejores y más difíciles momentos durante mis estudios, gracias por tu amistad y compañía, por hacerme más agradable y fácil todo el camino.

A ellos cuatro, amigos de toda una vida, gracias por los buenos momentos que pase con cada uno de ustedes.

En forma especial deseo agradecer al proyecto de investigación EN - 401393 " Comparaciones Internacionales e Intertemporales de Precios, Salarios, Ganancias y Productividades " en cual se elaboró esta tesis gracias al financiamiento de DGAPA. Mención principal merece el Dr. Alejandro Valle Baeza, responsable de dicho proyecto y director de esta tesis, quien se ha convertido en el mejor de todos los profesores que he tenido, el que más me ha enseñado y aportado profesionalmente, gracias por brindarme la oportunidad de compartir experiencias académicas, de trabajo y de amistad, lo estaré eternamente agradecido por siempre, bajo lazos de amistad y admiración.

Agradezco las aportaciones y comentarios a este trabajo al Act. Jacobo López Barojas,

Lic. Carlos José Aranda Izguerra, Lic. Blanca Gloria Martínez y Act. Francisco Muñoz Apreza.

Gracias por su tiempo y esfuerzo.

PRONOSTICO Y APLICACIÓN (PRECIOS AGRÍCOLAS)

Indice temático:

I SECCION

1) Prólogo e introducción.....	3
1.1) Prólogo.....	3
1.2) Introducción.....	5
2) Pronóstico económico y de negocios...7	
2.1) Pronóstico y su definición....7	
2.1.1) Definición estadística y probabilística.....	8
2.2) Pronóstico, necesidad y utilidad económica.....	13
3) Tipos y métodos de pronósticos.....	17
3.1) Tipos de pronóstico.....	17
3.2) Etapas de elaboración de un pronóstico.....	19
3.3) Métodos y técnicas de pronostico.....	22
3.3.1) Clasificación.....	25
3.3.2) Definición	27

3.3.3) Ventajas y desventajas:.....	37
a) Estructurales.....	37
b) Operacionales.....	51
3.4) Criterios de selección para la elección de una técnica y/o método..	54
3.5) Evaluación de la exactitud de un pronóstico.....	57
3.6) Paqueteria de software para pronóstico.....	76

II SECCION

4) Pronóstico de precios agrícolas.....	79
4.1) Particularidades.....	79
4.2) Teoría económica agrícola y sistema de precios.....	82
4.2.1) Problemática económica.	82
4.2.2) Importancia del sistema de precios.....	83
a) Oferta y demanda (especificidades agrícolas).	84
4.3) Evolución histórica agrícola en México (1940 - 1990).....	92

5) Técnicas aplicadas al pronóstico de precios agrícolas.....	104
5.1) Modelos de series de tiempo...	105
5.1.1) Modelo horizontal o llano.	107
5.1.2) Modelo de tendencia....	128
5.1.2) Modelo estacional.....	148
5.1.2) Modelo cíclico.....	155
5.1.2) Modelo tendencia- estacionalidad.	158
5.2) Modelo econométrico.....	174
5.3) Modelo barométrico.....	188
6) Conclusiones.....	192

1) Prólogo e introducción :

1.1) Prólogo :

Se ha dedicado este apartado a destacar la estructural literal que da forma a este trabajo; que pretende acercar a sus lectores al " arte y/o ciencia " del pronóstico, o también indistintamente llamado predicción ; centrandose fundamentalmente en los proceso y técnicas matemático-estadístico o formales. Se pretende hacer de esta lectura un apoyo a las respuestas de las preguntas básicas en pronósticos:

¿ Qué es un pronóstico ?

¿ Cómo se realiza ?

¿ Que elementos se requieren para realizar una predicción adecuada ?

¿ Pronósticos para qué o para quién ?

Para ello se crean seis apartados base. En el primero se considera la fase introductoria al pronóstico y el desarrollo de este trabajo.

En el segundo apartado se destacan los elementos definitorios del

pronóstico, así como, su importancia e impacto económico-social, personal o corporativo.

Dentro del capitulado tercero se encuentran una serie de elementos técnicos y prácticos del proceso de desarrollo de un pronóstico; metodología y técnicas; criterios y evaluación de pronósticos y resultados.

El cuarto apartado abre un paréntesis de antesala a la predicción de precios agrícolas, con la finalidad de brindar bases a la comprensión y conciencia de la complejidad del problema en esta área, denotando sus particularidades y concepciones teórico-económicas propias del sector agrícola, así como la formación de un contexto histórico del sector agrícola (precios) en México en los últimos años. Ello con la finalidad de tener presente elementos que sirvan de apoyo y complementen o dirijan el estudio matemático estadístico.

Dentro del quinto apartado se realiza un recorrido pragmático y en ocasiones más detallado teóricamente, sobre las técnicas de predicción formal, aplicadas al pronóstico de precios agrícolas en México en el período de referencia 1940-1990 o un subperíodo más corto.

Las conclusiones generales obtenidas de este estudio ocuparán el sexto capitulado, donde se resaltarán elementos fundamentales de los capítulos anteriores.

1.2) Introducción :

" Predicciones bien fundamentadas, ya no son artículos de lujo, sino una necesidad " .

" La predicción puede ayudar a afrontar problemas; pero, puede ayudar más, cuanto más conoce él (directivo) los principios de predicción y que técnicas son adecuadas para sus necesidades en cada momento " ¹ .

Dentro de la ciencia económica, el centro de atención de su estudio, los agentes económicos, sus decisiones y el análisis de las consecuencias que se derivan de la adopción de dichas decisiones; Donde, en este contexto, el tema del pronóstico en sí, presenta un interés marcado en dos direcciones:

En primer lugar, por el estudio del pronóstico y los diversos métodos y/o técnicas de obtención de ellos, que proporcionen a los agentes económicos los instrumentos que requieren para valuar en las mejores condiciones posibles la toma de decisiones.

En segundo lugar, brindar un parámetro de las posibles consecuencias derivadas de la realización de operaciones

¹ Ambas citas son de CHAMBERS; MULLICK y SMITH; tomadas de " How to choose the right forecasting technique " ; Harvard Business review , No. 65, 1971; pag. 45-74 .

originadas por las decisiones presentes en el futuro. Las decisiones orientadas por la naturaleza inherente al hombre mismo, de transformar y controlar su entorno, de acuerdo a sus aspiraciones que maximicen su satisfacción dentro de un marco de interdependencia de relaciones económico-sociales, los " pronósticos adecuados " otorga la posibilidad de adelantarse al correr del tiempo y brindar tras un plan de estrategia correcto, el colocarse a la vanguardia en las transformaciones y con ello controlar, liderar y triunfar en el mercado; sacar partido de cada una de las predicciones para enfrentar las necesidades y hechos económicos futuros.

Por ello, una idea que cada día toma más cuerpo e importancia, es que si la preparación y creatividad representan atributos de un status intelectual selecto a nivel personal y corporativo, estos sobrepasan estas expectativas, valía y aprecio si se anticipan; si su incubación y nacimiento anteceden y se encuentran ya presentes en el momento propicio , marcado por la realidad, que no espera a un proceso de desarrollo y aplicación de estos dos " entes " .

2) Pronóstico económico y de negocios :

" Si primero pudiéramos saber dónde estamos y adónde nos dirigimos , podríamos juzgar mejor qué hacer y cómo hacerlo ". (Abraham Lincoln)

2.1) Pronóstico - Definición :

Todas la decisiones de económicas y de negocios descansan sobre un pronóstico de las condiciones futuras.El pronóstico acertado intenta reducir las áreas de incertidumbre que rodean las decisiones, - un sistema organizado de pronóstico - en lugar del establecimiento de predicciones basadas en corazonadas, intuición o conjetura.

Este proceso involucra el estudio histórico de los datos relativos a la variable de interés, analizando sus tendencias fundamentales y su patrón de comportamiento, y el uso de estos elementos de comprensión del comportamiento de la variable , para proyectarlo en períodos futuros de tiempo, como predicción de la misma variable.

Los hombres, pueden aproximarse al mañana realizando predicciones,observando la regularidad de un fenómeno o relación de causa-efecto.Un requisito previo para todo pronóstico, sea de juicio o estadístico, es que exista una norma o una relación

correspondiente identificable al hecho de que se especula. Considerando que si el pronóstico ha de considerarse como una ciencia e incluso un arte "tendrá que basarse en el supuesto fundamental de que las pequeñas causas del cambio, que son demasiado numerosas para medirlas, se cancelarán entre sí y dejarán que las causas principales de la variación determinen la tendencia (futura) de los negocios. Y cuando, como suele suceder, las pequeñas causas no se compensan mutuamente, o se convierten en causas principales inesperadas, el pronóstico será (parcial o totalmente) errado. El científico pronosticador por tanto, sólo puede esperar, tener razón la mayor parte de las veces, según lo determine la extensión y la confiabilidad de los datos y su propia pericia analítica "2 .

2.1.1) Definición estadística y probabilística :

" Una predicción es una estimación cuantitativa acerca de la " probabilidad " de un evento futuro basado en el pasado y la información corriente "3 o una " determinación anticipada de valores de ciertas variables fuera de la muestra de datos

² Tomado de SPENCER, Milton H. y CLARK, Colin G.; " Pronóstico de los negocios y económico " ; 1ª edición ; Edit. UTEHA ; México 1965; pag. 4.

³ PINDICK, Robert S. y RUBINFELD, Daniel L.; " Econometric model and forecasts "; pag. 180.

disponibles ⁴. Ambas definiciones consideran a la predicción en su carácter estadístico, como cuantitativa y verificable.

Se consideran usualmente dos tipos de pronósticos:

El pronóstico puntual que predice o estima un único valor numérico en cada período a estimar en el horizonte de predicción (el número de períodos que abarca la predicción); y el pronóstico intervalar, el cual indica un intervalo en el se espera la realización del valor esperado de la variable.

Una predicción puntual se define por la estimación \hat{Y}_{T+h} , siendo \hat{Y} el valor esperado de la distribución de la variable Y , tal como se estimó en el período T (presente), a partir de los datos: $y_1, y_2, y_3, \dots, y_T$; siendo el intervalo a predecir a partir de $h=1$ hasta concluir el horizonte temporal a predecir.

En la predicción intervalar, el valor esperado de Y en el o los períodos $T+h$, es acotado por un intervalo, conocido como intervalo de predicción, asociado a un nivel de confianza α (generalmente al 90 o 95 %) :

$$[\hat{Y}_{T+h}^* , \hat{Y}_{T+h}^{**}]_{\alpha}$$

definido por:

$$P (\hat{Y}_{T+h}^* \leq Y_{T+h} \leq \hat{Y}_{T+h}^{**})$$

⁴ INTRILLIGATOR, Michael D.; " Modelos econométricos, técnicas y aplicaciones "; pag. 567.

donde el intervalo de confianza del 100 (1 - α) % para la \hat{Y} predicha , se define como :

$$P \pm t_{\alpha/2} \hat{S} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(\hat{x} - \bar{x})^2}{\sum x_i^2}}$$

donde :

$t_{\alpha/2}$: Es el valor de la distribución t para un nivel de significancia $\alpha / 2$, con n-k grados de libertad (n = Número de datos de la serie; k= Número de parámetros estimados);

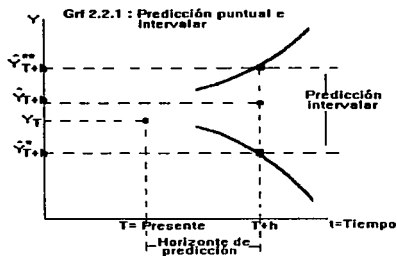
\hat{S} : Es el error estándar relevante;

\hat{x} : Representa el valor pronosticado de la variable explicativa;

\bar{x} : Es la media estadística de la muestra;

x_i : Considera la desviación sobre el valor de la media.

Así, a medida que $\hat{x} - \bar{x}$ se hace mayor, el valor del intervalo de la predicción se ensancha (graf : 2.2.1).



Lo anterior es resultado de la mayor incertidumbre que existe al intentar predecir un futuro más lejano, observándose que el intervalo de predicción se abre en abanico al correr el tiempo. En la medida en que se abre el abanico del intervalo de predicción se determina un pronóstico de corto o largo plazo. Es decir, la predicción de los acontecimientos futuros, tendrá una mayor posibilidad de éxito cuanto menor sea el plazo que abarque, dado que en el corto plazo el comportamiento de los agentes económicos no puede variar radicalmente.

La " **predicción probabilística** " reporta la probabilidad de cierta aseveración acerca del valor futuro de la variable de interés :

$$P (Y_{T,h} \geq Y^o) = \alpha$$

donde :

Y^o : Es el valor especificado;

α : Es la predicción probabilística (como en el caso de la probabilidad de lluvia) .

2.2) Pronóstico, necesidad y utilidad económica.

" El hombre no es una figura en el paisaje ,
es el que da forma al paisaje " .

(BRONOWKI , Jacob)

" El reto del mañana : formular y llevar
acabo una estrategia vencedora " .

" Una buena parte de las empresas americanas
tienen que verse las con la menos americana
de las ideas : El fracaso " .

(BOYDEN, Robert ; corredor de bolsa)

Hoy en día la necesidad de tener a mano un buen pronóstico, es de suma importancia, dado que toda la operatividad organizativa de las empresas y los negocios se encuentra inmersa en una atmósfera de incertidumbre, donde toda decisión presente afectará el futuro de la organización o negocio; por lo cual las suposiciones más rigurosas y medibles pueden referir una mayor estima para los ejecutivos de empresa , negociantes y productores, para ello pueden existir varios caminos, que van desde la lógica y experiencia del mercado de los expertos, hasta el uso de métodos lógicos de manipulación de datos, generados por eventos históricos .Sin que ello argumente que los pronósticos intuitivos son deficientes, simplemente se aborda una serie de técnicas suplementaria al sentido común y la habilidad del negociante ante las decisiones del mercado.

La toma de decisiones sobre la relevancia de elementos futuros se a transformado gracias al uso de una serie de técnicas y métodos,

cada vez más refinados, así como por la presencia de la computadora personal y paquetería de software especializada en este tema, brindando al interesado una mayor gama de posibilidades instrumentales en el campo del pronóstico; además, que la evidencia empírica ha demostrado una mayor precisión en los pronósticos que implican juicios aplicados de técnicas cuantitativas que en los pronósticos de escrutinio de opinión puro.

"Los humanos poseen el único conocimiento de la información involucrada no disponible para los métodos cuantitativos. Sorprendentemente, como quiera que sea, los estudios empíricos y experimentos de laboratorio han demostrado que sus predicciones no son más precisas que aquellas de los métodos cuantitativos. Los humanos tienden a ser optimistas y ha subestimar la incertidumbre futura. En adición, el costo de pronosticar con método de escrutinio de opiniones es frecuente y considerablemente más alto que cuando se utilizan métodos cuantitativos"⁵.

" Con frecuencia, los errores de juicios son sistemáticos más que ocasionales y revelan más prejuicios que confusión. De modo que el hombre tiene astigmatismo mental y también miopía , y cualquier recta correctiva debe responder a este diagnóstico "⁶. Lo más efectivo en pronósticos en general podría considerarse una

⁵ HANKE, John E.; y REITSCH, Arthur G.; " Business Forecasting " ; Edit. Allin and Bacon; 4 ª Edición; EUA 1991; pag. 2.

⁶ (KAHNEMAN, D y TVERSKI, A.); Tomado de Makridakis, Spyros; " Pronósticos, estrategia y planeación para el siglo XXI " .

mezcla de habilidades de técnicas y buenos juicios en negocios, que impliquen solución a las necesidades de la organización y planificación y las decisiones de mercado; para lo cual no se puede ignorar el análisis, la opinión, el sentido común y la experiencia en los negocios que involucradas con las técnicas pueden ofrecer buenos resultados.

Podrían pensarse en múltiples ilustraciones en las cuales el papel del pronóstico ofrece información empresarial necesaria que permita visualizar el protagonismo de la actividad productiva en antelala a los fenómenos, en temas como : La evolución del salario; otras rentas sobre expectativas de ahorro o de la adquisición de un bien duradero; evolución de precios; comportamiento esperado de la tasa de interés; elaboración de presupuestos; comportamiento de la demanda futura y por ende de inventarios ; que regulen y determinen la adopción de ciertas políticas empresariales y gubernamentales.

En este medio de desarrollo económico, el no contar ni asimilar en la actividad organizativa al pronóstico, representaría una serie de retardos en la adaptación estructural, tales como los retardos de : Reconocimiento del problema al que se enfrenta ; la toma de decisión razonada, discutida, evaluada y aprobada; y el retardo del efecto producido por la decisión tomada.

El desarrollo de todas estas técnicas de pronóstico, reflejan una realidad cada día más evidente, de una ámbito organizacional cada vez más complejo, inestable y competitivo en el ámbito económico; donde cada día es más evidente, que las organizaciones

que no se puedan adaptar rápidamente a los cambios en las condiciones en una medida adecuada o atiendan oportunamente las necesidades humanas en un menor plazo, se encuentran condenadas a su extinción del sistema económico, por ello la necesidad de ganarle un paso a la realidad presente y anticiparse a los movimientos futuros formulando planes de desarrollo alternativos factibles, anticipando las posibles transformaciones estructurales y de coyuntura.

Un buen ejemplo que remarca la necesidad e importancia de contar con un buen pronóstico, realista y acertado, por su relevancia en correspondencia directa a las políticas de planificación, es el caso de la empresa Pepsi-cola, que al contar con más y mejores expectativas de mercado, le permitieron desarrollar anticipadamente cada elemento de su línea de producción y comercialización, que a pesar de partir de condiciones de menor peso en el mercado que su principal competidor (Coca-cola), logró conseguir, tras una guerra de más de diez años, en 1978 una cuota mayor de mercado que su competidor , 30.8 % para Pepsi-cola por 29.2 % para Coca-cola; atacando en su planeación estratégica los puntos débiles de su competidor y aprovechando cada condición anticipada generada en el mercado, como ventaja comparativa. En un mercado donde cada punto porcentual embolsado representaba en 1978, una recompensa de 100 millones de dólares.

3) Tipos y métodos de pronóstico

3.1) Tipos de pronósticos :

Los pronósticos, atienden su clasificación de acuerdo a sus características inherentes o agregados económicos de referencia. Estos se clasifican de acuerdo a su :

A) Periodo de consideración, clasificandose en pronósticos de:

A.1) Corto plazo para periodos menores a un año (para controles empresariales como ventas, inventarios, precios).

A.2) Mediano plazo, que va de uno a tres años (utilizado en programas económicos y financieros).

A.3) Largo plazo , para periodos mayores a tres años , (para planeación estructural estratégica).

NOTA :Los periodos considerados entre corto, mediano y largo plazo no son fijos, pueden variar de acuerdo a la estructura de variabilidad de la variable pronosticada; reduciéndose estos intervalos de tiempo conforme se incrementa la inestabilidad de las series.

B) Nivel de agregado económico en :

B.1) Microeconómico (para unidades productivas).

B.2) Macroeconómico (para la globalidad de la economía).

C) Método utilizado para obtener las estimaciones de predicción, clasificándose en :

C.1) Formales : Si se refieren a su obtención por técnicas estadístico-matemáticas o cuantitativas.

C.2) Intuitivos : Refiriéndose a las técnicas basadas en procesos subjetivos.

La elaboración de un predicción consta de diversas etapas, que a pesar de la posible superposición de una con otras en la práctica; de manera sistemática y teóricamente rígida podemos señalar las siguientes fases :

- 1) Planteamiento del problema y formulación de los objetivos.
- 2) Diseño de un marco explicativo.
- 3) Fuentes de datos y elaboración de la base informativa-estadística.
- 4) Caracterización individual de la serie.
- 5) Elección del método estadístico o del modelo de predicción.
- 6) Generación de la predicción.
- 7) Evaluación de la incertidumbre del pronóstico y conjuntamente a esta, el posible ajuste de los resultados.

El planteamiento y formulación de los objetivos debe emanar de las necesidades y requerimientos sugeridos por el proceso de toma de decisiones. En base a ello se genera un marco que permita identificar los determinantes más relevantes de la variable que se va a predecir.

Una vez realizado lo anterior, se procede a la consulta estadística, el procesamiento y tabulación de los datos

disponibles; para con ello ingresar a la caracterización de las series, donde se identifican y miden, si es posible, las pautas estables seguidas a lo largo del tiempo (en especial, detalladamente la variable sujeta a estudio) por las variables (Tendencias, estacionalidad, ciclicidad, e irregularidad).

Llegando en este momento, es importante señalar relaciones posibles que puedan cuantificarse, para dar paso a la elección del mejor método y la modelación adecuada.

En la cuarta etapa, una vez seleccionado el método adecuado, de acuerdo a sus características estructurales y operativas, tomando en cuenta los requerimientos propios del pronóstico, sobre todo para el caso de los métodos matemático-estadísticos, se procede a especificar el posible modelo en base a la información (Teórica, estadística, intuitiva y empírica) obtenida anteriormente; siendo el resultado, un modelo con dimensión cuantificable.

El sexto paso, consiste en aplicar el modelo generado, calculando la predicción exigida.

En la última fase, se evalúa el pronóstico realizado bajo su intervalo de confianza o alguna otra técnica verificable cuantitativamente; ajustándose con ello, incluyendo criterio y experiencia, los resultados y el modelo mismo de considerarse necesario, hasta que la información predictiva alcance las condiciones deseadas y requeridas por sus usuarios y de acuerdo a la pericia e imaginación del pronosticador.

El último elemento a señalar, es la presentación de los resultados, los cuales deben ser claros y expresados de la forma

más útil para su uso en el proceso de toma de decisiones.

3.3) Métodos y técnicas de pronóstico :

" Una técnica de predicción, es el proceso que va desde la recopilación de la información considerada relevante para predecir una variable, hasta la obtención de la predicción tras procesar dicha información "(Aznar, Antonio).

Podemos distinguir cuatro técnicas básicas de pronóstico⁷ :

- A) Métodos cándidos, ingenuos y/o extrapolativos⁸.
- B) Técnicas barométricas.
- C) Escrutinio de las opiniones o subjetivos.
- D) Econometría y modelos estructurales o causales.

A) Métodos cándidos : Son definidos por proyecciones no sofisticadas y carentes de una "apreciación científica", basadas en suposiciones o extrapolaciones mecánicas de datos históricos, tenemos entre ellos : juicios de azar, proyecciones de

⁷ Se pueden mencionar otras clasificaciones de los métodos de pronóstico : Wood y Fildes (1976) distinguen 2 grandes categorías : Métodos causales y no causales; diferenciándolas en si es requerido o no comprender los factores que determinan el comportamiento cuantitativo de la variable sujeta a predicción. Abraham y Ludelter (1983) distinguen entre técnicas cuantitativas y cualitativas, refiriendo a sí, eran de carácter intuitivo o basados en un modelo matemático y/o estadístico.

⁸ Algunos autores señalan únicamente en el caso de los métodos cándidos, el método del análisis de series de tiempo, que engloba los modelos de tendencia, cíclicidad y estacionalidad.

tendencia, autocorrelaciones y otras técnicas matemáticas. Definidas eminentemente como métodos mecánicos, extrapolando hacia el futuro los patrones pasados de las serie analizadas suponiendo que su inercia es bastante o totalmente independiente de factores externos .

B) Técnicas Barométricas : Podemos señalar, que mientras los métodos cándidos de pronóstico en series de tiempo, ven el futuro pronosticado como una extensión de los elementos o datos estadísticos observados en el pasado, las técnicas barométricas se basan en la idea de la posibilidad de que hecho futuro puede establecerse a partir de ciertos sucesos en lo presente. Este, supone que el uso de indicadores estadísticos seleccionados empleados en combinación técnica, proporciona una indicación de la dirección en que puede dirigirse la economía. Comúnmente se emplean dos aplicaciones : Las series anticipadas y los índices de presión.

C) Escrutinio de opiniones : Son métodos, que al comienzo del ejercicio predictivo no presentan la existencia de una base informativa en forma objetiva; supone que la información relevante la posee una serie de agentes que serán incorporados al proceso formulador del pronóstico. Este proceso, representa uno de los métodos más bastos y de mayor peso complementario en el pronóstico de una variable, ya que en el se considera la

experiencia acumulada por los hombres de negocios y analistas especializados en la información requerida del comportamiento del mercado, sus expectativas y planes en el ámbito económico. Siendo el pronóstico el resultado de la información recopilada en la opinión especializada .

D) Modelos estructurales y/o causales (Econometría) : Su objetivo es identificar las relaciones entre las variables, determinando las causas y efectos que se han establecido históricamente, entre factores relevantes respecto al comportamiento de la variable sujeta a predicción; ampliando sobre la muestra generada las relaciones identificables y cuantificadas para generar el pronóstico ⁹.

⁹ Aznar, Antonio y Trivez, Francisco J. señalan una subdivisión en métodos paramétricos y no paramétricos, atendiendo a si existe o no una estructura estocástica de la población a partir de la cual se supone que han obtenido las observaciones de las variables que componen la base informativa.

3.3.1) Clasificación :

Cuadro 3.3) Métodos y técnicas de pronóstico.

Clasificación	Métodos y técnicas
A) Cándidos-Ingenuos y/o Extrapolativos :	A.1) Lista de factores.
	A.2) Proyecciones de tendencia.
	A.3) Modelos cíclicos.
	A.4) Modelo de Descomposición.
	A.5) Promedios móviles.
	A.6) Atenuación exponencial.
	A.7) Series de tiempo.
	A.8) Modelo bayesiano.
B) Barométricas :	B.1) Series anticipadas.
	B.2) Indices de presión.
C) Subjetivos :	C.1) Analogía histórica.
	C.2) Pronóst. individuales.
	C.3) Pronóst. mediante el comité/investigación.
	C.4) Delphi.

Cuadro 3.3) Métodos y técnicas de pronóstico (Continuación)

D) Estructurales o causales :	D.1) Econometricos uni o multiecuacionales.
	D.2) Modelos de simulación.
	D.3) Modelo de input-output.
	D.4) Modelo de impacto cruzado.

3.3.2) Definiciones de métodos y/o técnicas :

A) Métodos cándidos-ingenuos y/o extrapolativos :	
Método y/o técnica	Definición
A.1) Lista de factores :	Es un proceso que consta de la elaboración de un listado enumerado de los principales factores y su comportamiento, en base al cual se puedan evaluar los elementos que favorecen o demeritan un fenómeno a la alza o su extinción, ignorando toda evaluación o ponderación cuantitativa, y así obtener como conclusión, un indicador de un posible comportamiento de la variable a predecir. Es un proceso eminentemente de muy corto plazo.

<p>A.2) Proyecciones de tendencia</p>	<p>Se obtiene por la proyección de las observaciones pasadas descritas en función del tiempo, suponiendo una velocidad de variación constante por parte de la variable; para luego, al tener el patrón identificado, utilizarlo para el pronóstico. Las funciones típicas son la recta y la línea exponencial. A menudo se ocupa en consideraciones de muy largo plazo.</p>
<p>A.3) Modelos cíclicos :</p>	<p>Es una proyección de tendencia, de carácter oscilatorio dado el supuesto comportamiento cíclico de la serie a pronosticar; ampliando los ciclos fuera de la muestra mediante la identificación del " patrón estándar del ciclo " en la serie o por la " fijación " de su recurrencia.</p>

<p>A.4) Modelo de descomposición :</p>	<p>Consiste en la identificación de los componentes de la serie : Tendencia (comportamiento a largo plazo); ciclo (oscilación alrededor de la tendencia); estacionalidad (repuntes o caídas recurrentes en el corto plazo); y un componente aleatorio. Al identificar estos componentes e integrarlos en forma sistemática, se conforma un comportamiento patrón que genera el pronóstico al ser extrapolada.</p>
<p>A.5) Promedios móviles :</p>	<p>Es el método de desarrollo predictivo, en el cual se calcula el promedio (aritmético o geométrico) de las k observaciones últimas, seleccionadas de la muestra de datos de la serie a predecir. Tomando como valor de pronóstico para el siguiente período dicha estimación promedio.</p>
<p>A.6) Atenuación exponencial :</p>	<p>Se basa en una suma ponderada de las observaciones pasadas cuyas ponderaciones deben identificarse por consistencia de la serie, siendo conocidos como " parámetros de atenuación ". Se puede adaptar a factores estacionales y de tendencia.</p>

<p>A.7) Series de tiempo :</p>	<p>Extrapolación hacia el futuro de los patrones descritos por las observaciones pasadas ponderadas (tendencia, ciclicidad, estacionalidad e irregularidad) que al ser medidas e identificadas sus particularidades, se realiza su ampliación fuera de la muestra pronosticando el valor futuro de la serie.</p>
<p>A.8) Modelo bayesiano :</p>	<p>Es similar al de atenuación exponencial, sin embargo no obedece a la regularidad de este, ya que este método incorpora un reajuste al pronóstico permanentemente al observarse e identificarse cambios bruscos que afectan la serie, evaluando los puntos de cada dato de la serie. Puede incorporar información subjetiva.</p>

3.3.2) Definiciones de métodos y/o técnicas :

(continuación)

B) Técnicas barométricas :	
Técnicas	Definición
B.1) Series anticipadas o líderes:	Se basa en pautas regularmente observadas que establecen una asociación entre el comportamiento de algunas variables y el comportamiento de la variable a pronosticar; correlación en la cual existe un retardo temporal , de forma tal, que cuando la variable indicador experimenta un cambio significativo en un período, la variable sujeta a predicción experimenta también una variación en el mismo sentido y magnitud proporcional tras cierto número de períodos rezagados.
B.2) Indices de presión o difusión :	Funciona bajo la misma estructura que la de la series anticipadas, que actúan como señales del comportamiento de la variable a pronosticar; incorporando una ponderación de dicha relación de cambio, tratando de considerar la posible relación imperfecta entre los cambios porcentuales entre las dos o más series.

3.3.2) Definiciones de métodos y/o técnicas :

(continuación)

C) Métodos subjetivos :	
Método	Definición
C.1) Analogía histórica :	Se trata de obtener predicciones a partir de las pautas derivadas de un análisis de situaciones similares a la que es objeto de predicción entorno a una variable específica.
C.2) Pronósticos individuales subjetivos :	Formulación de un juicio elaborado por un individuo acerca de sus expectativas del futuro de la variable de referencia, sin ninguna otra fuente mayor que su experiencia y lógica.
C.3) Pronost. mediante el comité - investigación :	Es una técnica de pronóstico formulada por la agregación de juicios emanados de un comité de " expertos " sobre proyecciones futuras de la variable de interés, tras una serie de investigaciones conjuntas.

C.4) Técnica

Delphi :

Al igual que la anterior, también se basa en una síntesis de las opiniones emitidas por un grupo de expertos sobre una determinado fenómeno. El ejercicio de pronóstico se lleva a cabo en una serie de repeticiones de las opiniones, en las cuales a cada participante se le ofrece una síntesis de las opiniones expresadas con anterioridad, destacando coincidencias y discrepancias entre ellas, en cada emisión de opiniones; este proceso se repite hasta que se estabilizan las respuestas del grupo entorno a un acuerdo aceptable por todos los participantes; los cuales presentan un carácter de anonimato.

3.3.2) Definiciones de métodos y/o técnicas :

(continuación)

D) Métodos estructurales o causales :	
Método	Definición
D.1) Métodos econométricos uni o multi ecuacionales :	<p>Consiste en especificar y cuantificar una o varias relaciones entre variables endógenas o dependientes, las cuales se van a pronosticar, y un grupo de variables exógenas que implican los factores causales del cambio en las variables sujetas a predicción , ellas incorporadas al modelo dentro de una estructura estocástica¹⁰ . El pronóstico se realiza en base a observaciones muestrales de períodos anteriores, de las cuales se obtienen los parámetros de correlación entre la variación de las variables incorporadas al modelo, e introduciendo valores supuestos para las variables exógenas en el futuro a predecir o fuera de la muestra, obteniendo con ello de acuerdo a las relaciones establecidas los posibles valores futuros de las variables dependientes relevantes.</p>

¹⁰ Una estructura estocástica se refleja en las propiedades designadas a u_t , en una relación:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{1,t} + \dots + \beta_k X_{k,t} + u_t$$
 es decir u_t es ruido blanco (Se distribuye normalmente con media= 0 y desviación estándar $\sigma_u = \sigma_u$) .

<p>D.2) Modelo de simulación :</p>	<p>También se basa en la interrelación de posibles numerosas variables con sus factores exógenos, pero expresadas con un mayor detalle en el sistema de modelado.</p>
<p>D.3) Modelo Input-output :</p>	<p>Se funda en que toda producción requiere un conjunto considerado fijo de insumos (Función de producción y relaciones intersectoriales) , lo cual al determinarse la demanda futura del producto permitirá calcular la cantidad necesaria de dicho producto e insumos , bajo los parámetros calculados con los datos correspondientes a un solo período de tiempo.</p>

D.4) Análisis
de impacto
cruzado :

" Se elabora una lista de eventos que probablemente tendrá un impacto en el sistema analizado. En seguida se estiman las probabilidades de ocurrencia de cada uno de estos eventos. Segundo, también se estima la probabilidad condicional de que ocurra el evento A, siendo que ocurre el evento B . A partir de estas suposiciones es posible definir escenarios que estén formados por una combinación de estos diversos eventos y calcular para cada escenario la probabilidad asociada. Se eliminan aquellos conjuntos de eventos cuya probabilidad sea baja ¹¹ .

¹¹ Definición tomada de Makrisdakis y Wheelwright en " Manual de técnicas de pronósticos "; pag 130.

**3.3.3) Ventajas y desventajas de cada método
y/o técnica de pronóstico :**

Las propias características definitorias y estructurales de cada método infiere una serie de posibilidades para cada método entorno a sus tipos de predicciones, pero también limitantes, que se manifiestan en sesgos e inexactitud de los pronósticos, que pueden ser tan graves y erróneos, de acuerdo con las características técnicas requeridas por la serie a pronosticar y las necesidades que le dieron origen al pronóstico. Por ello, es primordial conocer las posibilidades y limitaciones de las técnicas existentes, de tal forma que se tenga una expectativa realista en la evaluación de los resultados respecto de lo que es capaz de ofrecer cada una de las técnicas.

A) Ventajas y desventajas estructurales :

A continuación se presenta un cuadro sinóptico que trata de sintetizar la serie de ventajas y desventajas estructurales de cada una de las técnicas agrupadas de acuerdo a su clasificación propuesta con anterioridad :

Cuadro 3.3.3 A) Ventajas y desventajas estructurales :

A) Métodos cándidos y/o extrapolativos :

A.1) Lista de factores :

Ventajas :

- Intuitivo y creíble.
- Relativamente fácil de aplicar.
- Barato en relación al número de factores observado.
- Crea un marco de expectativas.

Desventajas :

- Limitado a una relación intuitiva entre variables sin cuantificarse ni evaluarse estadísticamente, lo cual puede orillar a sobrevaluar o subvaluar el impacto de las series , teniendo una dudosa precisión.

A.2) Proyección de tendencia :

Ventajas :

- De fácil uso y comprensión.
- Barato al usar únicamente la serie a pronosticarse.
- Describe una estabilidad de la serie que define largos períodos.

Desventajas :

- Poca consistencia de precisión en el pronóstico en largos plazos dado su consistencia de variación lineal constante, propiciando errores marcados en oscilaciones de la serie o cambios estructurales de los patrones de la serie.

Cuadro 3.3.3 A) (Continuación)

A.3) Modelos cíclicos :

Ventajas :

-Presenta una correlación gráfica más estrecha que el anterior método, y con sus mismas ventajas.

Desventajas :

-Al basarse en una promediación fija del ciclo, no considera alargamientos o retrasos y acortamientos en el ciclo promedio o regular.
-No presenta por si solo observación tendencial alguna.

A.4) Modelos de descomposición :

Ventajas :

-Es más consistente y completo que los anteriores.
-Presenta un grado medio de complejidad y comprensión.
-Se considera relativamente barato y creible.
-Identifica cada uno de los componentes del patrón de la serie.

Desventajas :

-Establece patrones promedio rígidos de sus componentes de la serie, observando una adaptación lenta a variaciones relativamente altas.
-Carece de una explicación estadística acabada.
-Presenta problemas similares a la tendencia.

Cuadro 3.3.3 A) (Continuación)

A.5) Promedios móviles :

Ventajas :

- Son de fácil obtención y comprensión.
- Baratos en su uso.
- Brindan buenas aproximaciones en serie relativamente estables y de corto plazo.
- Son usados para pronósticos donde por su amplio horizonte temporal no existe elemento que brinde algún indicio.

Desventajas :

- Son relativamente rígidos (dependiendo de la longitud de periodos considerados en cada promedio), y por tanto reaccionan lentamente a las variaciones en los datos reales, en ocasiones sobre o subvaluandolas.

A.6) Atenuación exponencial :

Ventajas :

- Muy barato y fácil de establecer.
- Simple y de fácil comprensión.
- Presenta un ajuste más rápido que el de promedios móviles.
- Eficientes y con gran variedad de aplicaciones.
- Requerimientos mínimos de almacenamiento de información.

Desventajas :

- Sin una base teórico-estadística.
- Perdiendo los puntos críticos de las oscilaciones o cambios marcados; por tanto puede llevar a errores relativos, de acuerdo al factor de ajuste.
- Únicamente se recomienda en predicciones de corto plazo o con uso de ajustes continuos de corto plazo.

Cuadro 3.3.3 A) (Continuación)

A.7) Series de tiempo :

Ventajas :

- Se identifica una amplia gama de componentes de la serie en forma ponderada.
- Basado en una metodología estadística, satisfaciendo las verificaciones propias.
- Es un modelo parsimonioso (sencillo).
- Es relativamente barato si se cuenta con un procesador.
- De uso amplio y común en el corto y mediano plazo, brindando un buen ajuste.

Desventajas :

- Es más complicado de entender que los anteriores.
- Presenta problemas en el mediano y largo plazo, así como en los cambios estructurales de la serie, al no presentar ningún tipo de relación causal o explicativa exógena a la propia serie.
- Por tanto, dicha velocidad con la que se realizan los cambios en la realidad, es la que determina la exactitud de la predicción.

A.8) Modelo Bayesiano :

Ventajas :

- Agregan en una base estadística la probabilidad de un cambio estructural.
- Puede incluir información subjetiva.
- Requiere pocos datos y es relativamente barato.

Desventajas :

- Pobrememente usado, dado su poca difusión en tanto su funcionamiento.
- Considerándose relativamente un método complicado.

**Cuadro 3.3.3 A) Ventajas y desventajas estructurales
(continuación) :**

B) Técnicas barométricas :

B.1) Series anticipadas :

Ventajas :

- De fácil uso y comprensión una vez definidas las series, aunque pueden llegar a ser muy sofisticados.
- Son tan baratos como tan disponibles sean las series, así como de acuerdo al número de series requeridas.
- Correlaciona eventos y comportamientos entre variables.

Desventajas :

- Proyecta relaciones anteriores como invariables en observancia rígida, sin establecer una medición de como se desenvuelve la correspondencia entre las series.
- Puede ser complejo, si las relaciones de las series no son claras o son muy numerosas.
- Puede no reflejar una posible variación en la predicción , si esta obedece a un nuevo factor que provoca el cambio.
- Refieren a un corto plazo.

B.2) Indices de presión :

Ventajas :

- Aporta ventajas similares al anterior.
- Ofrece una ponderación que correlaciona las variaciones porcentuales entre las series, tratando de resolver una posible correlación imperfecta (diferente a uno).

Desventajas :

- Sus desventajas son similares a la técnica anterior resolviendo la ponderación de correlación de series.

**Cuadro 3.3.3 A) Ventajas y desventajas estructurales
(continuación) :**

C) Métodos subjetivos :

C.1) Analogía histórica :

Ventajas :

- Basado únicamente en lo empírico.
- Por tanto es barato, flexible y sencillo.
- Correlaciona intuitivamente marcos económicos que brindan información.
- Es creíble y puede considerarse relativamente acertado en plazos no amplios entre el marco de referencia y las condiciones a predecir.

Desventajas :

- Puede tender a alterar el peso correcto de impacto del marco económico sobre la serie a predecir, si no se consideran los nuevos elementos que no estaban presentes en el marco de referencia.
- Atiende a estructuras pasadas no ponderadas, sino por criterio.
- Todo ello puede orillar a conclusiones erróneas e inciertas.

C.2) Pronósticos individuales :

Ventajas :

- Barato, flexible en su aplicación y sencillo.
- Puede considerarse que incorpora implícitamente el método anterior.

Desventajas :

- De un orden dudoso y limitado, en función de la capacidad del pronosticador en el tema.
- Se encuentra sujeto a todos los problemas del criterio humano.

Cuadro 3.3.3 A) (Continuación)

C.3) Pronóst. mediante comité/investigación :

Ventajas :

- Relaciona diversas perspectivas especializadas.
- De fácil comprensión y flexibilidad en sus usos.

Desventajas :

- Es más caro que los anteriores, en función al comité requerido.
- No brinda criterios de selección de un comité adecuado.
- Puede favorecer el dominio de opinión de un individuo sobre el resto del comité, sin que este sea el mejor pronosticador (jefes o lideres).

C.4) Método Delphi :

Ventajas :

- Ofrece la misma ventaja que el anterior, pero además, intenta a través del anonimato eliminar los efectos de autoridad y la dominación de grupo.
- El resultado es producto de una reflexión grupal iterativa.

Desventajas :

- Es un proceso un poco más complicado.
- Tan caro como el comité formado lo requiera.
- No necesariamente hay convergencia de las opiniones emitidas hacia un pronóstico.

**Cuadro 3.3.3 A) Ventajas y desventajas estructurales
(continuación) :**

D) Métodos causales o estructurales :

D.1) Modelos econométricos :

Ventajas :

- Identifica, señala y cuantifica las interrelaciones entre las variables respecto a la variable a predecir.
- Son modelos relativamente confiables.
- Presentan bases estadísticas.
- Pueden introducir juicios subjetivos y caracteres extrapolativos.

Desventajas :

- Requiere personal con experiencia en su uso, ya que es una estructura estadística más compleja.
- Es necesaria una buena base estadística y de recopilación de datos de cada una de variables introducidas.
- Subsiste el problema de pronosticar los factores exógenos.
- En cuanto mayor sea su número de variables se tornan más caros y complicados de manejar y definir.
- Al basarse en patrones pasados si estos se modifican, la probabilidad de fallo se incrementa.

Cuadro 3.3.3 A) (Continuación)

D.2) Modelo de simulación :

Ventajas :

- Son flexibles en su uso.
- Substanciales en información y pueden tener diversos grados de complejidad.

Desventajas :

- Se consideran caros, en relación a sus requisitos de datos.
- Es necesaria una validación cuidadosa.
- No existe una explicación clara respecto a su construcción.

D.3) Modelo input-output :

Ventajas :

- Es ideal y substancial en información para pronosticar relaciones funcionales de productos industriales.

Desventajas :

- Existe un difícil acceso ha información detallada de las tablas sectoriales (insumo - producto) , y generalmente se encuentra con un rezago informativo y elaborarla resulta sumamente costosa.Los pronósticos dependen de las predicciones iniciales de la demanda del consumidor.

Cuadro 3.3.3 A) (Continuación)

D.4) Modelo de impacto cruzado :

Ventajas :

Puede concentrar conciliando elementos cuantitativos y cualitativos de información; es capaz de tratar eventos poco probables que pueden ocasionar gran impacto en las variaciones pronosticadas.

Desventajas :

Las probabilidades requeridas por este método se estiman por diversos métodos a criterio; es necesario definir adecuadamente los eventos a incluir, de ello depende el acierto o fallo del pronóstico.

Si se desea consultar algunas características más específicas de cada método y/o técnica de predicción estadísticas (algunas más específicas), en relación a sus limitaciones y ventajas en función a cierto tipo de patrón de comportamiento de los datos de las series, o cierto horizonte predictivo recomendable para cada método, así como sus requerimientos muestrales de disposición de datos, el siguiente cuadro (3.3.3.A2) contiene la información pertinente :

Cuadro 3.3.3 A2) Requerimientos estructurales :

Método y/o técnica :	Patrón de datos	Horizonte predictivo	Tipo de modelo	Requerimiento mínimo de datos	
				* NS	**S
Cándido o ingenuo	ST,T,S	S	TS	1	
Promedio simple	ST	S	TS	30	
Promedio móvil	ST	S	TS	4-20	
Atenuación exponencial (A.E)	ST	S	TS	2	
A.E. lineal	T	S	TS	3	
A.E cuadrática	T	S	TS	4	
A.E estacional	S	S	TS		2*D
Filtración adaptativa	S	S	TS		5*D
Regresión simple	T	I	C	10	
Regresión múltiple	C,S	I	C	10*D	
Descomposición clásica	S	S	TS		5*D
Modelo exponencial de tendencia	T	I,L	TS	10	
Ajuste de curva-S	T	I,L	TS	10	

**Cuadro 3.3.3 A2) Requerimientos estructurales :
(continuación)**

Método y/o técnica :	Patrón de datos	Horizonte predictivo	Tipo de modelo	Requerimiento mínimo de datos	
				* NS	**S
Box-Jenkins o Series de Tiempo	ST, T, C, S	S	TS	24	3*D
Indices de presión	C	S	C	24	
Indicadores líderes	C	S	C	24	
Modelos econométricos	C	S	C	30	
Regresión múltiple de Series de tiempo	T, S	I, L	C		6*D
Modelo Input-output	ST	S, I	C	1	

A.E : Atenuación exponencial.

Patrón de datos : ST = Estacionario; T = Tendencia; S = Estacionalidad; C = Ciclicidad.

Horizonte predictivo : S = Corto plazo (menos de 3 meses); I = Intermedio; L = Largo plazo.

Tipo de modelo : TS = Series de tiempo; C = Causal.

*S=Estacional (**NS = No estacional) : D = Duración de la estacionalidad.

Nota: El patrón de este cuadro fue tomado de Hanke Y Reitsch; *opus* cíc.:pag: 112.

Glosario de terminología del cuadro 3.3.3 A2) :

Patrón de datos : La caracterización de las fluctuaciones particulares de las series de tiempo.

Serie estacionaria : Es aquella serie de datos cuyo valor promedio no cambia en cierto intervalo de

tiempo, es decir, la serie aporta un comportamiento relativamente estable.

Tendencia : Es el componente en el patrón de datos de largo plazo que representa el crecimiento o declinación de la serie.

Estacionalidad : Variaciones periódicas regulares aproximadas a un año dentro del patrón de datos.

Ciclicidad : Representa el movimiento oscilatorio del patrón o comportamiento de datos en las series, reflejando periodos de auge y recesión.

Horizonte predictivo : Es el periodo temporal al que hace referencia el interés del pronóstico.

Series de tiempo : Son sucesiones de valores correspondientes a puntos o periodos específicos de tiempo dispuestos cronológicamente ordenados a intervalos iguales de tiempo.

Causal: Se dice que un modelo es causal, si su estructura obedece a interrelaciones entre los factores que causan o determinan el comportamiento de la variable a predecir , y la misma variable.

Cuadro 3.3.3 B) Características operacionales

Métodos	RD	BE	EPPE	EPPU	GC	CPSE	ER
A.1) Lista de factores :	2	0	1	1	3	3	2-3
A.2) Proyección de tendencia :	2	2	1	1	4	4	3
A.3) Modelos cíclicos :	2	2	1	1	4	4	3
A.4) Descomposición clásica :	2	1	2	1	3	4	3
A.5) Promedios móviles :	2-3	1	1	1	4	4	3
A.6) Atenuación exponencial :	1	1	1	1	3	4	3
A.7) Serie de tiempo Box-jenkins:	3	3	3	2	1	4	4
A.8) Bayesiano :	1	2	3	2	1	4	1

Simbología :

RD : Requerimiento de datos. BE : Bases estadísticas. EPPE : Experiencia del personal para su establecimiento. EPPU : Experiencia del personal para su uso. GC : Grado de comprensión. CPSE : Capacidad o facilidad para ser evaluado (denota si el procedimiento es completamente específico o no) . ER : Efectividad registrada (Hace referencia a si se han llevado a cabo varios estudios donde se compara y evalúa el procedimiento) . El sistema de evaluación se representa con 0 = baja a 4 = alta.

Cuadro 3.3.3 B) Características operacionales

(continuación)

Métodos	RD	BE	EPPE	EPPU	GC	CPSE	ER
B.1) Series anticipadas :	3	1	3	2	4	3	3
B.2) Índices de presión :	3	2	3	3	3	4	3
C.1) Analogía histórica :	1	0	1	0	4	2	3
C.2) Pronósticos individuales :	0	0	0	0	4	2	4
C.3) Pronós. por comité-investig.:	0	1	1	0	4	1	2
C.4) Método Delphi :	0	1	2	0	4	1	2
D.1) Econometricos de una ecuación :	3	3	3	2	2	4	3
D.1.A) Econometr. multicuacionales :	4	4	4	4	1	4	2

Simbología :

RD : Requerimiento de datos. BE : Bases estadísticas. EPPE : Experiencia del personal para su establecimiento. EPPU : Experiencia del personal para su uso. GC : Grado de comprensión. CPSE : Capacidad o facilidad para ser evaluado (denota si el procedimiento es completamente específico o no). ER : Efectividad registrada (Hace referencia a si se han llevado a cabo varios estudios donde se compara y evalúa el procedimiento).

El sistema de evaluación se representa con 0 = baja a 4 = alta.

Cuadro 3.3.3 B) Características operacionales**(continuación)**

Método	RD	BE	EPPE	EPPU	GC	CPSE	ER
D.2) Modelo de simulación :	2-4	2	4	2	2	2	1
D.3) Input-Output :	4	3	4	2	1	4	1
D.4) Modelo de impacto cruzado :	1	3	4	3	2	1	1

Simbología :

RD : Requerimiento de datos. **BE** : Bases estadísticas. **EPPE** : Experiencia del personal para su establecimiento. **EPPU** : Experiencia del personal para su uso.
GC : Grado de comprensión. **CPSE** : Capacidad o facilidad para ser evaluado (denota si el procedimiento es completamente específico o no).
ER : Efectividad registrada (Hace referencia a si se han llevado a cabo varios estudios donde se compara y evalúa el procedimiento).
El sistema de evaluación se representa con 0 = baja a 4 = alta.

Nota : El formato y desarrollo de este cuadro se encuentra en Makrisdakis " Manual de técnicas de pronóstico " ;pag 137. Complementado con otras referencias bibliograficas.

3.4) Criterios de selección para la elección de una técnica y/o método :

La selección de un método adecuado de pronóstico es un problema de una gran complejidad y de suma importancia, sobre todo por que no existe una regla preestablecida.

Como marco a esta elección, sabemos de antemano, que la selección de un método de predicción debe responder a cuestionamientos como :

- ¿ Quien y para que se requiere el pronóstico ?
- ¿ Qué nivel de detalle y agregación se desea ?
- ¿ A qué horizonte predictivo y temporal obedece el pronóstico ?
- ¿ Con qué disponibilidad de datos, información y recursos se cuenta ?

Todas estas interrogantes, se centran entorno a la consideración imperante en la selección de un método que proporcione un " pronóstico ideal " , es decir, aquel que brinde el máximo apoyo y resultados para facilitar el proceso de toma de decisiones. El pronóstico adecuado idealmente es el que otorgue en los datos brindados: Precisión en la información emitida; puntualidad en la presentación de resultados dando la oportunidad de incorporar al proceso de toma de decisiones las consideraciones que de el emanen; y comprensión inmediata de los resultados a la mesa responsable de la toma de decisiones.

" Una predicción satisfactoria será aquella que logre dar respuesta equilibrada a todo el desiderátum de cuestiones planteadas " ¹²

Los criterios para seleccionar una técnica de predicción pueden agruparse en dos tipos de criterios :

- A) Los de referencia a una " predicción ideal " .
- B) y los que concretan el tipo de restricciones entorno a la toma de decisiones .

Entorno a la predicción ideal (ver cuadros 3.3.3 A (pag. 38) y 3.3.3 A2 (pag. 47)) tenemos que debe ser :

- a.1) Informativa y exacta .
- a.2) Comprensible y de fácil incorporación en el proceso de toma de decisiones .
- a.3) Barata .
- a.4) Debe estar disponible con la urgencia y frecuencia requerida .
- a.5) Debe proporcionar un detalle adecuado .

¹² Aznar y Trivez; opus cit. ;pag. 8 .

En relación al segundo criterio de selección (ver cuadros 3.3.3 A2 y 3.3.3 B (pag. 49)) comprende :

- b.1) La variable a predecirse y su comportamiento.
- b.2) El horizonte predictivo (período para el que se realiza la predicción).
- b.3) Recursos disponibles (En capacidad y preparación del personal e instrumentos y el volumen de recursos económicos).
- b.4) Información disponible.

3.5) Evaluación de la exactitud del modelo de pronóstico :

Para cualquier tipo de predicción estadística puede existir una amplia gama de posibilidades metodológicas, las cuales pueden ofrecer una serie de resultantes muy diferentes al aplicar un u otro método a la misma problemática. El elegir cual es el método más adecuado, puede estar en función de la precisión de sus parámetros estimados; para lo cual, se requiere una comparación de sus indicadores y medidas disponibles para evaluar la exactitud comparativa de cada uno de los diversos métodos, y así con ello tener elementos que indiquen que técnica es la más adecuada al pronóstico realizado.

Para la medición de la precisión de cada uno de los métodos se utilizan una serie de medidas, evaluadas a partir de la comparación de los datos reales¹³ disponibles y pronósticos " ex-post "¹⁴. Esto es, la observación del ajuste del modelo de los datos históricos no incorporados a la muestra de cálculo de los posibles parámetros predictivos. Para ello se requiere dividir la serie muestral en 2 grupos: El primero llamados " datos de estimación ", empleado para el estudio estadístico y la

¹³ Este concepto está tomado en el sentido, de datos extraídos de la realidad, y no del de precios constantes o reales.

¹⁴ El pronóstico " ex-post " es aquel que se realiza pronosticando valores ya verificables en la realidad presente, por ser datos de un fenómeno en un período pretérito, es decir, valores que ya se han presentado y cuantificado.

estimación de parámetros predictivos del modelo y el segundo, formado por los restantes datos llamados " datos de predicción ", empleados para evaluar cuantitativamente la precisión de la predicción.

Idealmente los datos reales y los pronosticados deberían ser iguales, pero esto generalmente no ocurre; surgiendo con ello los llamados errores o residuales de pronóstico.

Los residuales o errores de predicción pueden deber su origen a diversas causas:

- a) Imprecisión del modelo utilizado (al ser un modelo una abstracción de la realidad omite factores y se abstrae de otros).
- b) Imprecisiones en los datos utilizados.
- c) Por un sesgo en el método de estimación.
- d) En el caso del tipo de modelos como los causales, puede deberse a errores en la predicción de los valores de las variables exógenas.

Calcular los errores producidos en los pronósticos, es relativamente sencillo mediante el diferencial entre datos reales y pronosticados ($D - F$); como se puede observar (en el cuadro I), un error positivo indica que el dato real se encuentra por encima del pronosticado; y en el caso de un error negativo, representaría que el dato pronosticado excede al real.

Cuadro I

Período (t)	Datos reales (D)	Datos pronost. (F)	Error = e_t (D - F)
1	50	54	-4
2	66	61	5
3	75	74	1
4	70	68	2
5	68	73	-5
6	72	71	1

No obstante, la comparación de la precisión de los modelos por esta vía es difusa, ya que generalmente un modelo no es el más preciso para todas y cada una de las observaciones, ya que lo más común es que se alternen en el mejor ajuste varios modelos para cada diferente período t , por lo cual no es posible evaluar la precisión de los métodos en base a un solo período.

El evaluar la exactitud en base a un promedio aritmético de los errores o residuales (e_t) observados no es una alternativa viable, aunque considere un intervalo de varios períodos, dado que no revela la magnitud individual de los errores en cada período.

Ejemplo :

Podemos encontrarnos con dos modelos que ofrezcan un promedio cero en los residuales (e_t); y uno de ellos muestre errores de +6 y -6, y el otro modelo ofrezca errores de +2 y -2. Y esta vía no ofrecería ningún elemento que diferenciara la elección de un modelo o método por otro, no obstante que el segundo modelo es mucho más preciso.

Error cuadrático medio (ECM) :

Una primera alternativa para resolver las anteriores dificultades es el ECM, el cual evita el cancelamiento entre errores positivos con los negativos mediante la aplicación de la raíz cuadrada de los promedios de los errores al cuadrado :

$$ECM = \sqrt{\frac{(D_1 - F_1)^2 + (D_2 - F_2)^2 + \dots + (D_n + F_n)^2}{n}}$$
$$= \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2}{n}}$$

donde n es el número total de periodos y t es el periodo de observación.

El valor ideal de ECM es cero, el cual indicaría un pronóstico perfecto, y el mejor modelo es aquel que presenta el valor más pequeño en ECM.

Ejemplo: Cuadro II

Cuadro II

Periodos	($D_t - F_t$)	($D_t - F_t$) ²
1	-4	16
2	5	25
3	1	1
4	2	4
5	-5	25
6	1	1
		Suma total = 72

$$ECM = \sqrt{\frac{72}{6}} = 3.464$$

Error absoluto medio (EAM) :

Esta medida es el promedio del valor absoluto de los errores de pronóstico.

$$EAM = \frac{\sum_{t=1}^n |D_t - F_t|}{n}$$

En este caso entre menor sea el valor de EAM refiere a un pronóstico más preciso.

Ejemplo :

Cuadro III		
t	$(D_t - F_t)$	$ D_t - F_t $
1	-4	4
2	5	5
3	1	1
4	2	2
5	-5	5
6	1	1
		Suma total = 18

$$EAM = \frac{18}{6} = 3$$

En el ejemplo del cuadro III $EAM = 3$ indica que este modelo de predicción en promedio presenta una expectativa de 3 unidades por arriba o por debajo de los datos pronosticados en relación a los datos reales.

Error absoluto porcentual medio (EAPM) :

Dado que EAM es una medida que no distingue entre un error, $e_t = 3$ cuando $D_t = 100$ y un $e_t = 3$ cuando $D_t = 10,000$; donde en el primer caso la desviación representa un 3 % y en el segundo únicamente 0.03 % .

Este problema puede ser muy grave si una serie fluctúa aceleradamente, para lo cual la medida adecuada de aplicación para evaluar su precisión de predicción sería el EAPM, el cual es el promedio de los errores absolutos del pronóstico como porcentaje del dato real.

$$EAPM = \frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{|D_t - F_t|}{D_t} \right) \cdot 100}{n}$$

Ejemplo: Cuadro IV.

Ejemplo :

Cuadro IV			
t	$(D_t - F_t)$	$ D_t - F_t $	$(\frac{ D_t - F_t }{D_t}) * 100$
1	-4	4	8.00
2	5	5	7.58
3	1	1	1.43
4	2	2	2.86
5	-5	5	7.35
6	1	1	1.39
			Suma total = 28.61

$$EAPM = \frac{28.61}{6} = 4.77$$

Aquí el valor de EAPM = 4.77 % indicaría que en promedio las expectativas de oscilación de la predicción en relación a los datos reales son de 4.77 % por arriba o por debajo.

Uso de ECM para crear un intervalo de confianza :

El ECM es la medida de ponderación de la precisión de pronóstico más comúnmente utilizada. Asumiendo que los residuales o errores (e_t) son una variable aleatoria normalmente distribuidos con media cero y que cada error es independiente de cada uno de los otros, el valor de ECM es una estimación de la desviación estándar del error de predicción, la cual puede ser usada para evaluar la precisión del pronóstico para los datos futuros. Una vez elegido el modelo predictivo, se puede crear en base a ECM un intervalo de confianza para los pronósticos realizados. Para ello :

-Primeramente se selecciona el nivel de confianza deseado en forma de porcentaje asociado al valor α entre 0 y 1 en $100(1 - \alpha)$.

Ejemplo: Si se desea un nivel de confianza del 95 % , $\alpha = 0.05$.

-Segundo se obtiene el pronóstico F_t para el período requerido.

-Se asocia al nivel e intervalo de confianza:

$$F_t \pm (z * ECM)$$

donde z es el valor equivalente al área a la izquierda de z, bajo la curva normal estándar, $(1 - \alpha / 2)$.

Ejemplo:

Si para el período $t=7$, $F_t = 72$ y el valor de $ECM = 3.464$ en el ejemplo trabajado; para un intervalo de confianza del 95 % el valor de $\alpha = 0.05$ y el valor de z en tablas es 1.96 :

$$F_t \pm (z * ECM) = 72 \pm (1.96 * 3.464) = 72 \pm 6.789$$

Lo cual indica que a un 95 % de confianza , el pronóstico del período 7 estimado en 72 unidades puede oscilar en 6.789 por arriba o por debajo , esto es entre 65 y 79 unidades.

Y en general ($z * ECM$) indicaría el grado de precisión del pronóstico acotado a un nivel de confianza ($1 - \alpha$) %; siendo más precisa la predicción al ser de menor cuantía el intervalo de confianza.

Medidas de preferencia para un modelo :

Puede darse el caso de que un modelo en promedio tienda a sobrevaluar o subvaluar el nivel real de los datos. Si los errores de pronóstico son consistentemente positivos ($D_t - F_t > 0$) entonces el modelo presenta pronósticos consistentemente subestimados dado que $F_t < D_t$. Una indicación numérica de ello es el promedio de todos los errores:

$$\text{Error promedio} = EP$$

$$EP = \frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)}{n}$$

Cuando EP es positivo el modelo tiende a subestimar en sus pronósticos los datos reales, y si es negativo tiende a sobreestimarlos.

Este mismo indicador de subvaluación o sobrevaluación, puede estimarse en términos porcentuales :

Error porcentual promedio : (EPM)

$$EPM = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{(D_t - F_t)}{D_t}}{n}$$

Prueba para la estabilidad estructural :

Al comparar los valores de predicción estimados con la serie de valores de los datos de predicción se puede evaluar si el modelo es estable o no a través del tiempo. Esto, teóricamente podría observarse gráficamente, pero la correlación entre pronósticos sucesivos presentaría una grave problemática.

Para ello Tiao construyo el siguiente estadístico para establecer

la prueba de hipótesis que verifique la estabilidad estructural del modelo :

$$\hat{Q} = \sum_{t=1}^n \frac{e_t^2}{\hat{\sigma}^2}$$

en el que, Q estimada presenta una distribución F con " n " y m menos p grados de libertad (n = Número de datos de predicción, m = Número de datos de estimación y p = Número de parámetros).

En él se manifiesta que un modelo es estructuralmente estable si el conjunto de valores reportados en el conjunto de " n " datos de predicción no difieren significativamente del conjunto de " n " valores predichos.

Esperando que Q estimada presente un valor elevado si el modelo no es estable en el tiempo, ya que los errores de pronóstico serán mayores de lo esperado.

Coefficiente U de Theil :

Theil definió una primera medida estadística U_T como :

$$U_T = \frac{\sqrt{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2}}{\sqrt{\sum_{t=1}^n D_t^2} + \sqrt{\sum_{t=1}^n F_t^2}}$$

La cual presenta problemas ya que su límite U^2 se minimiza para

$\beta=1$ en lugar de su valor óptimo $\alpha = \beta$ en :

$$D_t = \alpha D_{t-1} + a_t$$

$$F_t = \beta D_{t-1}$$

donde :

$$0 \leq \alpha < 1 \text{ y } 0 \leq \beta \leq 1$$

Posteriormente Theil ante este inconveniente propuso un segundo coeficiente U de Theil que solventara este problema:

$$U_T = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2}{\sum_{t=1}^n (D_t - D_{t-1})^2}}$$

Si $U_T = 0$ denota un pronóstico perfecto.

Cuando $U_T = 1$ el modelo de caminata aleatoria o natural es tan bueno como el modelo evaluado.

Cuando $U_T < 1$ el modelo evaluado es mejor que el natural.

Si $U_T > 1$ no tiene caso usar el modelo evaluado.

Nota : El modelo de caminata aleatoria o natural es aquel que emplea los datos disponibles más recientes como pronóstico del siguiente periodo futuro.

Ejemplo :

Si $U_T = 0.25$, el modelo evaluado es mejor que el natural y marca que los cambios porcentuales pronosticados explican en un 75 % las variaciones porcentuales en los datos reales.

Esto puede apreciarse mejor en la prueba de Theil señalada por Intrilligator, la cual es equivalente a la ya mencionada después de una variación algebraica :

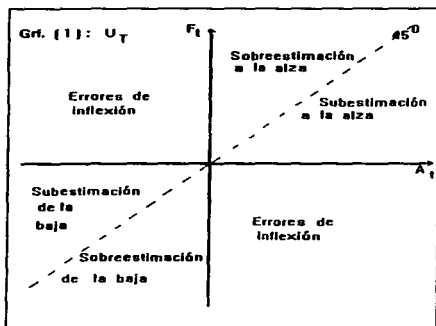
$$U_T = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t^2}}$$

Donde :

$$A_t = \left(\frac{Y_{t+1} - Y_t}{Y_t} \right) \cdot 100$$

$$F_t = \left(\frac{\hat{Y}_{t+1} - Y_t}{Y_t} \right) \cdot 100$$

y $Y_t = D_t$.



En la gráfica 1 se puede observar que la recta punteada observaría los valores ideales de pronóstico ($A_t = D_t = F_t$), mientras que los puntos fuera de ella marcarían residuales de predicción, sobreestimaciones y subestimaciones de valores predichos.

El indicador U de Theil puede además descomponerse en tres indicadores extras :

U^* = Proporción de sesgo.

U^s = Proporción de varianza.

U^c = Proporción de covarianza.

Siendo

$$U^M = \frac{(\bar{F}_t - \bar{D}_t)^2}{EK}$$

$$U^s = \frac{(\sigma_F - \sigma_D)^2}{EK}$$

$$U^c = \frac{2(1-r)\sigma_F\sigma_D}{EK}$$

donde

$$EK = \sum_{t=1}^n (D_t - F_t)^2$$

r = coeficiente de correlación entre D y F.

σ = desviación estándar.

\bar{F} = media de F y \bar{D} = media de D.

La proporción de sesgo (U^M) : Es una indicación del error sistemático, ya que mide el grado en que los promedios de la serie pronosticada y la real divergen uno con respecto al otro; su valor deseado es cero, considerándose alto a partir de 0.1 o 0.2 dando indicios de un modelo inadecuado.

La proporción de varianza (U^S) : Representa el grado en que la serie estimada replica la variabilidad de la serie realmente observada, siendo su valor ideal igual a uno.

La proporción de covarianza (U^C) : Nos mide el grado de error no sistemático (aleatoriedad de la serie); este debe aproximarse a 1.

Así, estos tres indicadores marcarían un modelo de pronóstico perfecto si $U^M = U^S = 0$ y $U^C = 1$.

Coefficiente de correlación R^2 :

Es una medida de la proporción del ajuste muestral de la línea de regresión con respecto a los datos reales.

Si expresamos todo modelo de pronóstico en dos componentes al cuadrado, el componente explicado por el modelo y el residual. Esto se expresaría algebraicamente como :

$$STC = SEC + SRC$$

donde:

STC = Suma total de los cuadrados.

$$STC = \sum_{t=1}^n y_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2$$

SEC = Suma explicada de cuadrados.

$$SEC = \sum_{t=1}^n \hat{y}_t^2 = \sum_{t=1}^n (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2$$

SRC = Suma de los residuales al cuadrado.

$$SRC = \sum_{t=1}^n e_t^2$$

$$STC / STC = SEC / STC + SRC / STC = 1$$

$$R^2 = 1 - SRC / STC = SEC / STC$$

Donde R^2 oscila entre 0 y 1, donde 1 denota un ajuste perfecto del modelo a los datos reales.

Ejemplo :

Si $R^2 = 0.85$, indicaría que el modelo de predicción explicaría y replican en un 85 % las variaciones en los datos reales.

3.6) Paquetería de software para pronósticos :

El advenimiento de la computadora electrónica personal (PCs),, ha sido el principal factor de este siglo, que ha colocado los requerimientos necesarios de las técnicas de pronóstico en manos de todo negociante, empresa y público interesado en general, sin exigir una comprensión ideal de estas técnicas; a la par a encausado la proliferación del uso y desarrollo de estas técnicas y los pronósticos.

Junto con ello el desarrollo específico de paquetería de software diseñada para el tratamiento con y de métodos predictivos. Dos tipos de paquetería han sido de interés a los pronosticadores :

- 1) Paquetería de estadísticos que incluyen el análisis de regresión y otras técnicas de uso frecuente por pronosticadores.
- 2) Paquetes de pronóstico diseñados específicamente para aplicaciones predictivas.

En este apartado mencionaremos algunos paquetes de software más comúnmente usados en la elaboración de pronósticos, aunque en general ninguno de los autores de referencia en este tema, colocan a un paquete sobre otro. En su lugar, concientizan del éxito de uso de softwares en los pronósticos.

Entre los paquetes estadísticos de software que incluyen subapartados o rutinas en sus corridas con tratamientos de datos

con varios métodos de pronósticos, de uso frecuente en el pasado, tenemos a tres de los paquetes más populares :

- a) Minitab.
- b) SPSS* (Statistical Package for the Social Sciences).
- c) SAS (Statistical Analysis System)¹⁵ .

Desafortunadamente, la aplicación de las subrutinas de pronóstico en estos paquetes requiere una cierta comprensión global del paquete y un análisis sofisticado para su aplicación.

En los años recientes los productores de paquetes software han desarrollado el área específica de pronósticos creando paquetería propia para su uso en materia predictiva. Desarrollando paquetes como :

- a) Sibyl/Runner; con un soporte de los sistemas de decisión aplicada.
- b) TSP (Total Forecasting System , desarrollado por Makridakis y Carbone R.); paquete de predicción interactiva para negociantes y economistas.
- c) Shazam, es otro paquete que ha acogido la predicción económica¹⁶

¹⁵ Mahmoud, Rice, McGee y Beaumont en " Mainframe Multipurpose Forecasting Software : Survey " ; Journal of forecasting; Vol. 5 (1986); pag. 127-137. Hacen una recopilación de 48 paquetes estadísticos de software.

¹⁶ Mahmoud, Rice, McGee y Beaumont, en la misma obra citada anteriormente, en el Journal of Forecasting en las paginas 75-81, contienen un sumario de 17 paquetes de pronósticos.

Otros paquetes similares a Minitab, que pueden contener varios métodos predictivos y de uso en PC's son :

Statpro, Statpac, Daisy, Decisión Support Modeling, Visitrend/plot, Graph N'Calc, Expert Choice, Nuametrics y Xtrapolastor.

En cuanto a otros paquetes específicos de pronósticos diseñados para PC's en el mercado tenemos :

Autobox Plus, Autocast II, Decisión Support System Software, Economics Software Program (ESP), Expres Easycast, Forecast Plus, 4 Cast, Forecasting, Forecast Pro, Micranal, Micro-BJ, Multiple Time Series Program (MTS), Pro' Cast, RATS, Smartforecasts II , SORITEC , Timestat , the Forecaster , Trendo II¹⁷ .

Recomendaciones bibliograficas :

El analisis de varios paquetes mencionados, puede encontrarse en " Statistical Analysis : Forecasting "; en PC Magazine , Vol. 8 (5) (marzo 1989); pag. 225-241; Además se cuenta con un listado de 94 variedades de paqueteria de software para pronósticos en PC's compilado por Beaumontn, Mahmoud y McGee en un artículo llamado " Microcomputer Forecasting Software: A Survey "; en Journal Forecasting, Vol. 4 (1985); pag. 305-311.

¹⁷ El listado de paqueteria de software mencionada esta tomada de Hanke y Reitach en " Business Forecasting "; en las paginas 8-10; donde incluye además la empresa productora de cada paquete

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

4) Pronósticos de precios agrícolas :

4.1) Particularidades :

La comprensión y particularmente la predicción en el movimiento de precios y cantidades de oferta y demanda dentro del mercado de los productos agrícolas es un área muy complicada, no obstante el gran interés entre los círculos intelectuales y de negocios. La naturaleza y funcionamiento de este mercado es sumamente complejo, dada la gran influencia que presentan factores biológicos y climatológicos (plagas, sequías, inundaciones, heladas, etc.).

Debe considerarse , además, el proceso biológico de maduración y cosecha del producto (que en algunos casos requiere de varios años , como en el caso de algunos frutos), así como la vida productiva de la plantación (algunos productos agrícolas tardan más de diez años en poderse cosechar, y una vez que se presenta esta primera cosecha la planta tiende a morir en unos pocos años).

Otro punto que complica el estudio en esta área, es que dentro de un mismo proceso productivo pueden, y suele suceder, que se obtengan varios productos finales, o bien que cada producto resultante tenga varios usos posibles, ya sea como alimento o industrialmente como materia prima.

Por lo anterior, puede darse el caso que algunos mercados

agrícolas se pueden ver ampliamente influenciados por algunos otros mercados, como pueden ser el de ganado y carnes. Los canales de distribución son otro elemento a considerar en la posible modificación de precios, ya que estos pueden ocasionar la presencia de un precio sobreestimado debido a las largas cadenas de intermediarios que se presentan entre productores y consumidores.

La distorsión de precios también puede ser ocasionada por el intervencionismo estatal, vía directa o indirectamente, como en el caso de control de precios o subsidios.

Los precios y cantidades en los mercados de productos agrícolas son producto de una serie compleja de interacciones dinámicas entre precios y cantidades negociadas y un vasto rango de factores exógenos.

Así un modelo cuantitativo puede asistir a una comprensión y planeación del desarrollo del mercado, prediciendo desarrollos futuros y denotando posibles efectos, tratando de recopilar toda información relevante posible que cree un armazón analítico y descriptivo de un complejo mercado.

Entre la diversidad de técnicas de predicción, las de uso más común en este ámbito son : la modelación econométrica, sistemas dinámicos y series de tiempo, o una combinación de ellas.

Para su aplicación requerimos cierto recursos humanos y computacionales para obtener los datos históricos de las series de interés (precios, demanda, oferta, renta, etc), los cuales se interrelacionaran en un modelo que describa y explique el

comportamiento del mercado , así como los efectos alternativos de los posibles cursos de acción.

Los modelos posibles en este mercado pueden incorporar elementos cuantificables o no, técnicos o biológicos, o combinarlos. Una opción más de modelo es el que se guía por el flujo de mercancías entre zonas productoras y las de consumo, dando precios y demanda en función de costos mínimos de transporte o bien a la maximización de beneficios para productores y consumidores, atendiendo si se precisa en forma dinámica a la demora inherente de los flujos y respuestas en el desarrollo del mercado.

4.2) Teoría económica agrícola y sistema de precios :

Uno de los sectores de mayor interés e importancia social y por lo mismo económicamente, es el sector de desarrollo rural; su importancia ha llevado a una particular área de trabajo para los economistas e investigadores, el estudio de sus relaciones de producción, distribución y consumo en el sector rural, dan lugar a la llamada economía agrícola.

4.2.1) Problemática económica :

Dentro de todo espacio económico, la disposición de recursos se encuentra generalmente marcada por limitaciones, ya sean naturales o sociales (volumen de fuerza de trabajo, maquinaria, tierra, agua; etc.), con los cuales poder satisfacer productivamente todos los elementos necesarios de la naturaleza humana (ya sean biológica o psicológicamente). Por ello, el qué, como , y cuando producir, son elementos de decisión de primera línea en importancia para una economía. Ante esto la sociedad debe encontrar mecanismos que le aporten señales, que le permitan tener elementos para la toma de decisiones en sus tres aspectos del problema fundamental de la elección; el mecanismo más socorrido en esta problemática ha sido el mecanismo del sistema de precios o el precio de un artículo en especial. No olvidando la posibilidad de economía planificada, donde la injerencia directa de los productores pueda tener un

cierto grado de autonomía, pero en un grado relativo. Así, en una sociedad ideal los recursos o medios de producción limitados de usos alternativos , serían empleados con tal eficacia, que los bienes y servicios producidos satisfagan los deseos y necesidades sociales de esta economía, sin embargo, la perfecta planificación de recursos en el mundo real no deja de parecer una utopía, privativa a unos sectores , y por lo tanto a intereses particulares (individuos o empresas) .

4.2.2) Importancia del sistema de precios :

Por esto, la ciencia social económica guarda un particular interés por el sistema de precios en el sistema económico, apuntando hacia las interrogantes de la estructura de organización social o sectorial, de acuerdo a los recursos de interés disponibles.

Por ello, el especial desarrollo en teoría de precios; señalándose que " Los precios desempeñan tres funciones fundamentales en un sistema económico de competencia : La primera es dirigir el consumo de la producción de bienes y servicios, el consumidor decide que comprar y cuanto puede gastar en ello... La segunda función es dirigir el empleo de recursos en la producción - (vía la toma de decisiones de elección de agentes productores) -... La tercera función del precio es distribuir los ingresos entre los dueños de los factores de la

producción ¹⁸.

Por tanto, de acuerdo con las implicaciones mencionadas, la decisión entorno a la cotización de precios en el mercado es crucial , dado que esta decisión se encuentra estrechamente ligada a las posibilidades de sobrevivencia de una empresa en el mercado, y mantenerse o incrementar su influencia en el mercado buscando generar un flujo adecuado de ingresos a la unidad productiva.

En el ámbito del mercado el estudio de los precios se realiza bajo dos propósitos fundamentales : uno de ellos es conocer el principio de la fijación de precios y utilizarlos como herramientas en el pronóstico de los cambios futuros en los mismos - (de tal forma que las decisiones tomadas tengan mayores elementos que brinden una mayor seguridad en su elección) -.El segundo elemento , es descubrir medios efectivos para controlar e influir en sus cambios, con vistas a un beneficio público o privado.

4.2.2 A) Oferta y demanda (especificidades agrícolas) :

Los productos comercializados tangibles o intangibles, provistos por una relación de cambio entre vendedores y consumidores; donde se espera adquirir de ello un beneficio o satisfacción para cada una de las partes, siendo el precio reflejo del valor de cambio

¹⁸ WARREN, H. VINCENT, en "Agricultura : Normas sobre economía y administración. " ; Ed Limusa-Wiley S.A ; 1ª edición ; México 1964 ; pag. 290 .

para el productor y comprador en la transacción vía mercado, denotando un comportamiento característico es el centro de interés en el estudio de la oferta y la demanda.

Donde, el proceso colectivo de los consumidores de satisfacer sus necesidades vía mercado, llamado consumo ; que en su colectividad representa cierta ingerencia o capacidad de influenciar la elección de los recursos empleados, vía mecanismo de precios de mercado.

Siendo este conjunto de fuerzas de compra de los consumidores conocida como demanda del mercado para cierto producto en particular, es decir , las cantidades de consumidores dispuestos a comprar ese producto de acuerdo a cierto nivel de precios; mientras que el conjunto de las fuerzas de venta de los productores o las cantidades ofrecidas de acuerdo a un nivel de precios se designa como oferta de mercado; son en su conjunto las principales determinantes del precio, una vez ingresado el producto al mercado; lo cual refiere una referencia de precio del producto anterior a este fenómeno - (el proceso de producción y los recursos empleados en su elaboración y colocación en el mercado).

El precio definido por la intersección de la demanda con su oferta de dicho producto, es conocido como precio de equilibrio de mercado. Este precio definido en dinero refleja conceptualmente el valor de ese bien en términos de una medida de evaluación comúnmente aceptada socialmente, como medida y almacén de valor.

Por ello , los cambios en gustos, preferencias y deseos de los consumidores se verán reflejados en la potencia relativa de las fuerzas de demanda, y por consiguiente, por cambios en los precios relativos, lo que orillara conjuntamente con los recursos disponibles por los productores a la reorganización de los oferentes en el uso de esos recursos.

Los factores más destacados que influyen en la demanda pueden ser considerados entre los siguientes :

- a) El precio del producto en estudio.
- b) Gustos y preferencias de los consumidores por ese producto.
- c) El nivel de ingreso de esos consumidores.
- d) Número de consumidores.
- e) El precio de otros bienes considerados como sustitutos o complementarios del bien sujeto a estudio.
- f) Los precios esperados a futuro (inflación en general y en el artículo en estudio).

Argumentadose que a un cambio en el precio del bien, le corresponderá un movimiento a lo largo de la curva de demanda; mientras que un cambio en cualquier otro factor, se traducirá generalmente en un desplazamiento de la curva (por ejemplo el cambio en el nivel de ingreso).

En tanto los factores de afectación de la oferta se enumeran en :

- a) El precio del artículo.
- b) El estado tecnológico del proceso para producirse ese artículo.
- c) Número de productores y con ello la cuantía de sus inversiones (o en el caso agrícola la cuantía de la introducción de nuevas tierras al proceso productivo).
- d) Los precios de los recursos usados o insumos en la elaboración del producto.
- e) Los precios y por lo tanto los beneficios de otros productos susceptibles de ser producidos.
- f) Reacomodos estructurales entre productores o sectores.

Refiriendo que un cambio en la cantidad ofrecida, como resultado de un cambio en el precio, se observará como un movimiento a lo largo de la curva; mientras que otro tipo de cambios en otros factores dará un desplazamiento de la curva de oferta .

Un concepto importante para medir la cuantía o la sensibilidad de estos impactos en la demanda u oferta del producto, es el concepto de elasticidad (ingreso y precio), siendo esta, el cambio relativo de la cantidad demandada u ofrecida en el mercado dado un cambio en el precio de aquel producto, o un movimiento en el nivel de ingreso; mientras que los demás factores permanecen

constantes¹⁹.

Los cambios medidos por las elasticidades son agrupados en tres niveles: Elásticos, cuando son más que proporcionales; inelásticos cuando no lo son , y constantes cuando son proporcionales los cambios entre la variaciones de la cantidad en relación a los del precio o ingreso.

Otro aspecto a considerarse es el tiempo que tomo a los consumidores o a los productores adaptarse o responder a un cambio en las variables, como los precios, por lo que se diferencia un impacto de corto y uno de largo plazo.

En cuanto al sector agrícola podemos referir además que este se caracteriza por:

- a) Precios altamente inestables para productos individuales.
- b) Relativa estabilidad de la producción agrícola en conjunto en relación al ciclo comercial en otros sectores.
- c) Funciones de demanda relativamente elevadas.

Dado que la mayoría de los productos agrícola satisfacen necesidades primordiales para el hombre, ello refleja ciertas características propias de este mercado". Al ser apreciados como necesidades vitales los productos agrícolas ;los consumidores ,

¹⁹ La elasticidad precio de la demanda se considera matemáticamente como:
$$E_p = \frac{\text{var. } \% \text{ de la cantidad}}{\text{var. } \% \text{ del precio.}}$$
Mientras que para la elasticidad ingreso de la demanda, la expresión sería:
$$E_p = \frac{\text{var. } \% \text{ de la cantidad}}{\text{var. } \% \text{ del ingreso.}}$$

por tanto , es improbable que varíen mucho el consumo total de estos productos en respuesta al cambio en el nivel general de precios agrícolas ²⁰ .

Sin embargo, mientras que la demanda agregada de los productos agrícolas puede ser vista como inelástica, esto no quiere decir, que en casos particulares y específicos de productos el criterio sea el mismo. Además de caracterizar a la demanda de varios productos agrícolas como derivada, esto es, varios productos son demandados como insumos de otros sectores de producción final, sector que a su vez absorbe el impacto de precios, lo que ratifica en estos casos una demanda inelástica²¹.

Se debe, a pesar de ello, considerar dos tipos de demanda en este sector: La demanda con propósitos de consumo, de carácter poco elástico; y la demanda con fines especulativos, la cual tiende a ser más elástica.

Por el lado de la oferta global tenemos en la agricultura, una escasa sensibilidad a los descensos de los precio, pero una mayor elasticidad en las alzas. Debido fundamentalmente a que el período que transcurre entre la decisión de producción y el momento en que el producto sale al mercado (llamado período de producción). La cantidad de un producto que el agricultor produce puede ser variada ligeramente durante el período de producción mediante

²⁰ Tomado de " Fundamentos de economía moderna "; CAMPBELL, K.O y LONGWORTH, J.W ; de la serie Economía Agrícola; Editorial AEDOS; 1ª edición ; Barcelona España, 1970 ; pag 32.

²¹ Los estudios estadísticos en EUA han mostrado una elasticidad precio de la demanda en productos agrícolas hasta del 0.3 o hasta más inelástica, mientras que en alimentos es aproximadamente 0.4 (datos tomados de Warren H. Vincent, opus cit.).

cambios en el nivel de uso de los recursos flexibles; tales como fertilizantes. No obstante la oferta total de un producto es, por lo general , relativamente insensible a los cambios del precio durante el período de producción "22 .

Además, debemos considerar altamente estacional este período de producción, dado que obedece a condiciones específicas de temporal; por lo que los indicadores de mercado y la respuesta a ellos pueden demorarse en ocasiones hasta un año, a pesar incluso de sistemas de regadío.

Otros factores de impacto directo en la oferta agrícola son: La mecanización y electrificación del campo; la mejora en insumos ; la influencia climática en la maduración del producto y la naturaleza perecedera de los productos alimenticios. Ello hace oscilante la oferta y con ello los precios ; mostrando estas tendencias, ciclicidades en algunos casos, estacionalidades y por supuesto irregularidades.

²² Ibidem; pag. 37.

Bibliografía

- " Fundamentos de economía moderna "; CAMPBELL, K.O y LONGWORTH, J.W; de la serie Economía Agrícola; Edt. AEDOS ; 1ª edición; Barcelona, España, 1970.
- " Agricultura : Normas sobre economía y administración "; WARREN, Vincent H. ; Edt. Limusa-wiley S.A. ; 1ª edición ; México 1964.
- " Business for the 21st century " ; SKINNER, Steven J. e IVANCEVICH, Jhon M. ; Edt. Irwin ; 1ª edición ; EUA 1992.

**Agricultura en México , política agraria
y el caso del maíz**

Durante los últimos treinta y cinco años , se pueden encontrar grandes avances en el sector agrícola mexicano, sin embargo subsisten grandes y graves problemas en el medio rural. La preocupación política en este sector se ha centrado fundamentalmente a través de estas décadas en 3 objetivos centrales:

- a) producir los alimentos y fibras requeridas por la población ;
- b) obtener productos agrícolas exportables ;
- c) e incrementar el ingreso social.

A principio de los años treinta , la producción de alimentos se encontraba estancada ; hacia 1945 México importaba entre el 15 y el 20 % del total de cereales consumidos en el país (trigo y maíz especialmente) .

En los años sesenta esto cambio, debido al increíble incremento en la producción de cereales básicos, como resultado de un esfuerzo de dos décadas; donde se incremento vigorosamente la inversión en este sector, debido al incremento en la demanda de insumos industriales y los montos significativos de inversión pública canalizados a este sector en forma de infraestructura, riego y caminos; al igual que los créditos agrícolas , los cuales crecieron en un promedio anual de 11.3 % entre 1943 y 1968.

Por ello, en 1960 no existían déficits de alimentos y en 1963 se superó la demanda interna, y durante los siguientes 5 años se exportaban cantidades considerables de maíz y trigo.

Para el inicio de los setentas esta tendencia se debilitó y se volvió a caer en la necesidad de la importación en un 15 y 20 % en el caso de cereales básicos consumidos en el país.

Así entre 1950 y 1970, se registra el gran auge de la producción de alimentos , a pesar de gran incremento poblacional, al pasar esta, de 22 millones de habitantes en 1945 a 43 millones en 1965; no obstante la producción de alimentos absorbió este incremento poblacional e incluso absorbió el déficit externo de este sector, logrando inclusive generar excedentes exportables.

"Según cálculos del Banco de México, el país exportó 5.4 millones de toneladas de maíz , 1,8 millones de toneladas de trigo y 339,000 toneladas de frijoles durante el período 1964-1969"²¹.

Sin embargo estas exportaciones se realizaban bajo pérdidas , dado que los precios internacionales se encontraban por debajo de los precios de garantía en México, fijados por el gobierno.

Entre 1950 y 1970 la producción de trigo aumentó de 3000,000 toneladas hasta 2.6 millones de toneladas al año, es decir más de ocho veces. Los rendimientos por unidad de superficie se multiplicaron por cuatro, pasando de 750 a 3200 kilogramos por hectárea. Durante una etapa se requirió limitar la superficie sembrada por trigo, para evitar excedentes desmesurados.

²¹ Tomado de WELLHAUSEN, J. Edwin. " La agricultura de México "; en Investigación Ciencia ; Número 2, Nov. de 1976.

Durante el mismo período, la producción del maíz se incremento en un 250 % ,desde los 3.5 millones de toneladas obtenidos en años de lluvias abundantes, a finales de la década de los cuarenta hasta los nueve millones cosechados en 1968.El rendimiento promedio por hectárea creció de 700 a 1300 kilogramos (considerándose que alrededor de la mitad de la superficie total cosechada en ese año ,se destinaba a la siembra de maíz).Sin mencionar que entre 1950 y 1960 la tierras maiceras cultivadas sujetas a riego se incrementaron en 375,000 hectáreas, y su participación paso de 4.4 a 13.1 % del total de producción. Logros como estos, fueron conocidos como la "revolución verde"; la cual encontró su centro motor en tres factores de carácter tecnológico:

- a) Introducción de variedades de alto rendimiento, de buena resistencia a enfermedades y alto beneficio a abonos.
- b) Prácticas agrícolas más perfeccionadas en el uso adecuado de abonos, fertilizantes, herbicidas, etc.
- c) Una proporción favorable entre costo de abonos, y otros factores en relación al precio del producto agrícola.

La primera fase de la revolución verde (1943) se inicia por la coordinación de la Secretaria de Agricultura y la Fundación Rockefeller;proponiéndose la mejora genética de las variedades de cultivo, mejoras del suelo y control de plagas, ligado a ello la formación de un personal técnico en este campo;teniendo este

programa una duración de 16 años (1943 - 1959).

En 1959, la Organización para la Agricultura y la alimentación de la ONU, calculó que la producción agrícola de México había crecido en un 7 % en promedio anual en los años cincuenta.

Así entre 1945 y 1970, la población mexicana creció en un 220 %, sin embargo , la producción del maíz avanzó en un 250 % en este período, como resultado, en buena medida de mejoras en la semilla que incrementó el rendimiento hasta en un 100 % conjuntamente con los abonos químicos.

En los años sesenta esta dinámica se estancó, y la tasa de crecimiento poblacional fue superior a la de crecimiento agrícola; como resultado del desestimulo en los precios relativos entre el sector agrícola e industrial, dado que los precios agrícolas tuvieron un comportamiento irregular, pero considerando el período 1972 - 82 disminuyó en promedio 3.4 % y alimentos básicos como el maíz y el frijol decrecieron 16 y 23 %. En el caso del maíz, su producción se estabilizó a partir de 1965 en unos nueve millones de toneladas anuales, mientras su demanda se elevó a 10.5 millones de toneladas en 1975 , originando un déficit de casi 1.5 millones de toneladas (cerca de un 17 %) .

La explicación de este estancamiento se encuentra , en que las técnicas y tecnología arraigaron en forma diferenciada, siendo de mayor arraigo en la agricultura comercial de regadío y de grandes posibilidades de costear maquinaria y fertilizantes, no así en pequeños productores (donde el maíz tiene gran peso) de pluviosidad y recursos irregulares. Además de la elevada

sobrevaluación del peso que subsidiaba las importaciones agrícolas desestimulando a los productores domésticos, que conjuntamente con los efectos reversivos de los precios relativos, llevo a un estancamiento en la inversión de este sector , a un 1 % en promedio anual entre 1962 y 1972; mientras el producto agrícola solo creció 1 % entre 1965 y 1972. En 1974 y 1975 , se importaron unos 4 millones de toneladas de cereales (sobretodo maiz , pero también trigo y sorgo); lo que presionó a la balanza de pagos y orillo a una revisión en la política de precios , que favoreciera el desarrollo de este sector; subiendo los precios oficiales notablemente para 1974 y 1975, ya que para el período 1968 - 1972 su incremento medio anual fue de 3 % .

Conjuntamente a la revisión de precios se incrementaron las transferencias de recursos del sector publico al campo, en más de 700 %, pasando de 443 millones de dólares en 1970 a 3200 millones en 1975 (dólares de 1970).

A principio de los ochenta, en el marco del auge petrolero y la creación del sistema alimentario mexicano (SAM), gracias a los recursos invertidos se lograron niveles históricos de productividad, en el caso del maiz en 1981 se obtuvieron 14.5 millones de toneladas y un rendimiento aproximado de 2 toneladas por hectárea. Posteriormente ante el impacto de la crisis y el deseo de contener la inflación se frenaron los precios oficiales del maiz (salvo en 1984 y 1985) e incluso se contrajeron, desestimulando su producción y en 1986 se importan 3 millones de

toneladas (20 % del consumo nacional).Ricardo Solis señala que el precio de garantía del maíz paso de 3428 en 1982 (a precios de 1978) a 2275 pesos por tonelada, una reducción del 33 % . No obstante en los ochenta los cultivos básicos fundamentales, como el maíz , frijol, arroz y sorgo , mantienen con oscilaciones los niveles de producción de 1980 ,entre 1982 y 1988.

Podemos concluir que a partir de 1982 hasta 1988, los precios relativos en este sector, tienen un efecto diferenciado. Los precios relativos de los cereales y cultivos industriales descendieron continuamente, pero en cambio el precio de las legumbres mejoraron considerablemente. ..

Al considerar los precios oficiales, los más afectados en su lucratividad, ya que estos en general, presentan una importante caída en los años 1982-83 , un repunte en 1984-85, lapso donde precios y costos crecieron equitativamente, para dar una nueva baja en 1988.

Los precios relativos agrícolas respecto a sus costos en los ochentas, se pueden agrupar en : A)Cultivos con precios relativos claramente desfavorables, con caídas iguales o superiores al 20 % : cartamo, arroz y frijol; B) Cultivos con precios desfavorables, pero con caídas inferiores en promedio al 10 % : trigo; C)Cultivos cuyos precios crecieron al mismo ritmo que los costos de producción: maíz y D)Cultivos con precios relativos

ligeramente favorables: sorgo y ajonjolí²⁴.

Una vez hecho un recuento histórico , podemos señalar además, que la agricultura mexicana enfrenta diversas limitaciones. La extensión total de México es de 195 millones de hectáreas de las cuales solo un 15 % son cultivables, y de estas, solo son cultivadas un poco más de la mitad; el 8.6 % en 1975. Las tierras restantes son demasiado áridas, demasiado húmedas o montañosas para la agricultura comercial.

A finales de los setentas cerca de la mitad de las tierras cultivadas se encontraban en la región del secano, de pluviosidad irregular , y de sólo cuatro meses de lluvia (de julio a octubre) donde predomina el cultivo del maíz. Sin embargo existen otras zonas , que por regadío o por lluvia regular , presentan extraordinarios rendimientos, como algunas zonas de la planicie costera del noroeste (Sonora y Sinaloa, donde predomina el cultivo del trigo, hortalizas , algodón, sorgo ,etc).

Otra característica, es que cerca del 50 % de las casi 3 millones de explotaciones agrícolas (a principios de los ochenta) son de subsistencia, y solo el 7.1 % son consideradas como modernas, las cuales proporcionan cerca del 50 % de la producción agrícola total del país, utilizando, solo el 20 % de la superficie cultivada.

Otro problema es el escaso regadío , del 30 % en los 70's de la superficie cultivada total, la cual representaba el 75 % de la

²⁴ Índice de precios relativos= índice de precios / ICP.
Donde ICP= índice de materias primas + índice de salarios.

producción.

Bibliografía

" La modernización de la agricultura mexicana 1940-1970 " ;
HEWITT, Cynthia ; Edt. Siglo XXI; 6ª edición; México 1988.

" Precios de garantía y política agraria, un análisis de largo
plazo " ; SOLÍS, Ricardo ; en Revista de Comercio exterior ;
vol. 40 ,núm. 10; México, octubre de 1990; pag 923-937.

" Los precios de garantía en México " ; MARTINEZ, Braulio; en
revista de Comercio exterior; vol. 40 ; núm. 10; México,
octubre de 1990; pag 938-942.

" Ajuste macroeconómico y política agrícola en México " ;
RELLO, Fernando; ?????? .

" La agricultura de México " ; WELLHAUSEN, Edwin J.; en
Investigación y Ciencia; Núm. 2; Noviembre de 1976.

Bibliografía:

" Fundamentos de economía moderna "; CAMPBELL, K.O y LONGWORTH, J.W; de la serie Economía Agrícola; Edt. AEDOS ; 1ª edición; Barcelona, España, 1970.

" Agricultura ; Normas sobre economía y administración "; Edt. Limusa-willey S.A. ; 1ª edición ; México 1964.

" La modernización de la agricultura mexicana 1940-1970 " ; HEWITT, Cynthia ; Edt. Siglo XXI; 6ª edición; México 1988.

" Precios de garantía y política agraria. un análisis de largo plazo " ; SOLIS, Ricardo ; en Revista de Comercio exterior ; vol. 40 ,núm. 10; México, octubre de 1990; pag 923-937.

" Los precios de garantía en México " ; MARTINEZ, Braulio; en revista de Comercio exterior; vol. 40 ; núm. 10; México, octubre de 1990; pag 938-942.

" Ajuste macroeconómico y política agrícola en México " ; RELLO, Fernando; ?????

" La agricultura de México " ; WELLHAUSEN, Edwin J.; en Investigación y Ciencia; Núm. 2; Noviembre de 1976.

- " Pronóstico de los negocios y económico " ; SPENCER, Milton H. y CLARK, Colin G. ; Edt. UTEHA ; 1ª edición; México 1965.
- " Business forecasting " ; HANKE, John E. y REITSCH, Arthur G. ; Edt. Allin and Bacon; 4ª edición; EUA 1991.
- " Encyclopedia of economics " ; GREENWALD, Douglas; Edt. McGraw-Hill ; 2ª edición ; EUA 1994.
- " Business for the 21st century " ; SKINNER, Steven J. e IVANCEVICH, Jhon M. ; Edt. Irwin ; 1ª edición ; EUA 1992.
- " An executive guide to forecasting " ; CHAMBERS, John C. ; MULLICK, Satinder K. y SMITH, Donald D. ; Edt. John Wiley and sons ; 1ª edición ; EUA 1974.
- " Pronósticos, estrategia y planeación para el siglo XXI " ; MAKRIDAKIS, Spyros y WHEELWRIGHT, Steven C.; Edt. Díaz de Santos S.A ; 1ª edición ; España 1993.
- " Manual de técnicas de pronóstico " ; MAKRIDAKIS, Spyros y WHEELWRIGHT, Steven C. ; Edt. Noriega-Limusa ; 1ª edición ; México 1991.

- " Management science. The art of decision making " ;
MATHUR, Kamlesh y SOLOW, Daniel ; Edt. Prentice-Hall;
1ª edición; EUA 1994.
- " Applied forecasting methods " ; THOMOPOULOS, Nick T. ;
Edt. Prentice-Hall; 1ª edición ; EUA 1980.
- " Forecasting methods and applications " ; MAKRIDAKIS, Spyros;
WHEELWRIGHT, Steven y MCGEG, Victor; Edt. John Wiley and sons;
2ª edición , Singapur 1983.
- " Business forecasting " ; JARRETT, Jeffrey ; Edt. Basil
Blackwell ; 1ª edición ; USA 1991.
- " Econometric models and econometric forecasts " ;
PINDYCK, Robert S. y RUBINFELD, Daniel L.; Edt. McGraw-Hill ;
3ª edición ; Singapur 1991.
- " Métodos de econometría " ; JHONSTON, J. ; Edt. Vincens-Vives;
3ª edición ; España 1980.
- " Métodos de predicción en economía " (2 tomos);
AZNAR, Antonio y TRÍVEZ, Francisco Javier; Edt. Ariel;
1ª edición; España 1993.

" Módelos econométricos, técnicas y aplicaciones " ;
INTRILLIGATOR, Michael D. ; Edt. FCE; 1ª edición ; México
1990.

" Econometría " ; GUJARATI, Damodar N. ; Edt. McGraw-Hill;
2ª edición ; Colombia 1990.

" Introducción a la predicción económica " ; HERSCHEL, Julio F. ;
Edt. FCE ; 1ª edición ; México 1978.

**5) Técnicas aplicadas al pronóstico de
precios agrícolas**

Este penultimo capítulo trata de dar una mayor base teórica de la serie de técnicas y métodos descritos con anterioridad, destacando las técnicas de series de tiempo y las causales. Pero sobretodo se hara incapie en la aplicación práctica de estas.

Primeramente recordemos que un modelo :

- a) de series de tiempo : Es aquel cuya predicción se basa en la identificación y compresión del patrón de datos de la muestra en un periodo de tiempo.

- b) causal : Es aquel cuyo pronóstico se encuentra basado en el conocimiento y cuantificación de los diversos factores que afectan la serie de interés predictivo.

- c) Barométricas : Es aquel donde el comportamiento de la serie sujeta a observación se ve reflejado por la serie de otra variable, la cual es usada como instrumento anticipado del comportamiento de la serie de estudio.

5.1) Modelos de series de tiempo

Las series de tiempo son sucesiones de valores correspondientes a puntos o períodos específicos de tiempo, cronológicamente ordenados. Siendo el diagrama de líneas simple el artificio gráfico más común para representarla.

Para el análisis de series de tiempo, la problemática radica en caracterizar y medir las fuerzas que hacen que una serie exhiba sus fluctuaciones particulares, con la esperanza de poder ampliar estas proyecciones de las fuerzas causales al futuro , quedando un aspecto de la serie pronosticado.

Toda serie de tiempo, en general, presenta cuatro estructuras de movimiento básico, que representan a su vez las fuentes de variación en series económicas: Tendencia (T), variación estacional (S), variación cíclica (C) y fuerzas irregulares (I).

La tendencia representa el crecimiento o decrecimiento a largo plazo presentado por la serie, las variaciones estacionales debidas generalmente a factores climáticos y de costumbre se manifiestan durante períodos de tiempo regulares aproximados al año, las variaciones cíclicas, que cubren varios años cada movimiento oscilatorio de la serie, reflejando períodos de prosperidad y recesión, y las fuerzas irregulares , siendo estas, erráticas en sus influencias sobre la serie analizada.

Siendo el principal problema a los fines del pronóstico aislar y

medir cada uno de estos cuatro elementos de movilidad de la serie; los cuales se suponen ligados por una estructura multiplicativa ($O = T \cdot S \cdot C \cdot I$, donde O = Comportamiento total de los datos originales) o aditiva ($O = T + S + C + I$).

De estas cuatro fuerzas que afectan la series de tiempo económicas, la estacionalidad es la que presenta menores obstáculos a su medición e identificación, y por lo tanto su predicción. El factor irregular es imprevisible, pero puede ser ajustado por un proceso de uniformación como el de promedios móviles. De aquí, que sea la tendencia, que representa un crecimiento o una disminución persistentes, y los cambios cíclicos, que son recurrentes presumiblemente, las fuerzas que han ocupado la principal atención de los pronosticadores que usan el análisis de series de tiempo.

El orden de exposición de estas técnicas se realizara de acuerdo al grado de complejidad.

Nota : La serie muestral considerada, va desde el llamado año base, donde el período $t = 0$ hasta el período $t = t =$ al último dato observado en la muestra de calculo estadístico, y el horizonte o serie de predicción va desde el período $t+n$ donde $n = 1 \dots n$, hasta el último período de interés predictivo marcado como $n = n$.

5.1.1) Modelo horizontal o llano

Este tipo de modelos es aplicable cuando la serie sujeta a predicción es presumiblemente estable o constante en un período de tiempo alrededor de un valor relativamente fijo conocido (= A), expresado graficamente como una línea horizontal.

Dado que los datos varían año con año, es imposible determinar el valor exacto de A, pero puede aproximarse en base al cálculo en la serie de datos muestrales, estimado el valor del parámetro A.

El valor del dato actual o en el período t (D_t), puede encontrarse por encima o por debajo del valor de A, la desviación entorno a A es considerado como el error aleatorio¹ (e_t) en el período t.

Así, cuando el valor de la serie analizada se encuentra por arriba de A, $e_t > 0$ es positivo y negativo para valores por debajo de A. Este error aleatorio es asumido con media cero.

Algebraicamente este modelo se encuentra descrito por :

$$D_t = A + e_t$$

D_t = Dato o valor de la serie en el período t.

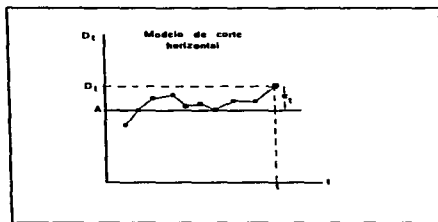
A = Valor constante de la serie.

¹ Aleatoriedad : Se refiere a la componente de una serie de tiempo que carece de un patrón. Se le llama ruido o error, ya que no puede pronosticarse; es decir, son las variaciones inexplicables de una serie de tiempo.

e_t = Error aleatorio o no explicable por el modelo con valor promedio igual a cero. Es decir, e_t es ruido blanco con varianza σ_e^2 .

El pronóstico (F_{t+n}) para el período $t+n$ (horizonte predictivo) tomara el valor :

$F_{t+n} = A$ = Al valor histórico alrededor del cual gira la serie en cada punto de observación.



Gráfica 5.1.1 Modelo Horizontal

Para series que exhiben patrones semejantes a este, encontramos los siguientes métodos :

1.1) Método ingenuo : Utiliza una regla poco sofisticada consistente en predecir el valor que la serie ha tomado en el período anterior disponible .

$$F_{t+k} = D_{t-1}$$

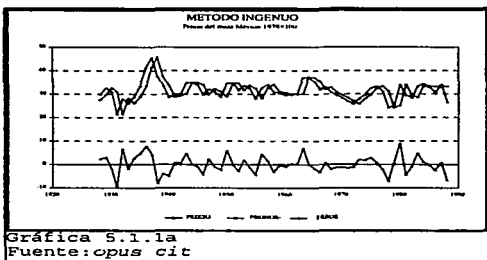
Si el pronóstico se realiza para $t+3$, el valor para cada uno de los períodos $t+k$ donde $k = 1, 2$ y 3 sera el mismo valor del dato realmente observado en t (D_t).

Cuadro 5.1.1.a METODO INGENUO

PRECIO DEL MAIZ ; MEXICO 1978=100

precio medio rural

	PRECIO REAL	PRONOSTICO	ERROR	EC	EA	EPA
1927	1	27, 50				
1928	32, 71					
1929	32, 71	27, 50	2, 28	5, 20	2, 28	7, 66
1930	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1931	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1932	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1933	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1934	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1935	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1936	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1937	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1938	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1939	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1940	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1941	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1942	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1943	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1944	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1945	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1946	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00
1947	32, 71	32, 71	0, 00	0, 00	0, 00	0, 00



La precisión de este método depende de una buena elección del valor tomado como pronóstico para el periodo extramuestral, si el último valor observado presenta un comportamiento poco normal, es decir, es demasiado alto o bajo su valor en relación al de los demás periodos, se acostumbra eliminar esta observación ocupando su lugar la observación anterior inmediata.

1.2) Media simple : Para el calculo de A , basta, que al ser A producto de una serie históricamente estable, su más obvia estimación es un promedio de los valores muestrales.

La media simple es un método de estructura fija que consiste en definir el predictor como la media de los valores de la serie en un periodo muestral.

$$F_{t+k} = A = D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Este valor para F es la primera aproximación del valor de A, cuyo valor de pronóstico se extiende para todos los k periodos del horizonte predictivo.

Cuadro 5.1.1.b. MEDIA SIMPLE

PRECIO DEL MAIZ ; MEXICO 1978=100

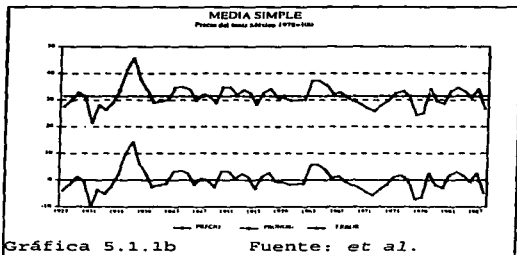
precio medio rural

	PRECIO REAL	PRONOS- TICO	ERROR	EC	EA	EPA	
1927	1	27,50	31,45	-3,95	15,59	3,95	14,35
1928	2	29,78	31,45	-1,67	2,78	1,67	5,60
1929	3	32,71	31,45	1,26	1,60	1,26	3,87
1930	4	30,99	31,45	-0,46	0,21	0,46	1,49
1931	5	21,46	31,45	-9,99	99,74	9,99	46,53
1932	6	28,04	31,45	-3,41	11,53	3,41	12,16
1933	7	26,18	31,45	-5,27	27,74	5,27	20,12
1934	8	28,94	31,45	-2,51	6,28	2,51	8,66
1935	9	33,63	31,45	2,18	4,77	2,18	6,49
1936	10	41,45	31,45	10,00	99,98	10,00	24,12
1937	11	45,69	31,45	14,24	202,78	14,24	31,17
1938	12	37,70	31,45	6,25	39,04	6,25	16,57
1939	13	33,78	31,45	2,33	5,44	2,33	6,90
1940	14	34,03	31,45	3,48	12,09	3,48	9,04
1941	15	29,54	31,45	-1,91	3,64	1,91	6,46
1942	16	30,12	31,45	-1,33	1,78	1,33	4,43
1943	17	34,82	31,45	3,37	11,37	3,37	9,68
1944	18	34,03	31,45	3,48	12,09	3,48	9,96
1945	19	34,05	31,45	2,60	6,75	2,60	7,63
1946	20	29,86	31,45	-1,59	2,53	1,59	5,32
1947	21	32,16	31,45	0,71	0,51	0,71	2,22
1948	22	31,14	31,45	-0,31	0,10	0,31	1,01
1949	23	28,83	31,45	-2,62	6,89	2,62	9,11
1950	24	34,75	31,45	3,30	10,92	3,30	9,51
1951	25	34,70	31,45	3,25	10,55	3,25	9,36
1952	26	31,81	31,45	0,36	0,13	0,36	1,12

	PRECIO	PRONOST.	ERROR	EC	EA	EPA	
1953	27	33,75	31,45	2,30	5,30	2,30	6,82
1954	28	33,27	31,45	-1,12	1,22	1,12	3,43
1955	29	28,25	31,45	-3,20	10,25	3,20	11,34
1956	30	32,68	31,45	1,23	1,51	1,23	3,76
1957	31	34,16	31,45	2,71	7,34	2,71	7,93
1958	32	31,90	31,45	-0,45	0,20	0,45	1,44
1959	33	30,67	31,45	-0,78	0,61	0,78	2,55
1960	34	29,75	31,45	-1,70	2,88	1,70	5,70
1961	35	30,02	31,45	-1,43	2,04	1,43	4,75
1962	36	30,19	31,45	-1,26	1,60	1,26	4,19
1963	37	37,09	31,45	5,64	31,82	5,64	15,21
1964	38	37,21	31,45	5,76	33,17	5,76	15,48
1965	39	35,54	31,45	4,09	16,72	4,09	11,51
1966	40	32,13	31,45	0,68	0,46	0,68	2,12
1967	41	32,90	31,45	1,45	2,10	1,45	4,41
1968	42	30,97	31,45	-0,48	0,23	0,48	1,55
1969	43	29,64	31,45	-1,81	3,26	1,81	6,10
1970	44	29,51	31,45	-2,94	8,66	2,94	10,32
1971	45	27,00	31,45	-4,45	19,80	4,45	16,48
1972	46	25,83	31,45	-5,62	33,58	5,62	21,76
1973	47	27,95	31,45	-3,50	12,27	3,50	12,54
1974	48	29,73	31,45	-1,72	2,95	1,72	5,78
1975	49	32,60	31,45	1,15	1,33	1,15	3,54
1976	50	33,34	31,45	1,89	3,59	1,89	5,68
1977	51	31,25	31,45	-0,20	0,04	0,20	0,64
1978	52	24,25	31,45	-7,20	51,84	7,20	29,69
1979	53	24,01	31,45	-6,44	41,44	6,44	25,74
1980	54	34,00	31,45	2,55	6,50	2,55	7,50
1981	55	29,48	31,45	-1,97	3,87	1,97	6,67
1982	56	28,56	31,45	-2,89	8,34	2,89	10,11
1983	E=57	33,11	31,45	1,86	3,47	1,86	5,59
1984	58	34,47	31,45	3,02	3,12	3,02	8,76
1985	59	33,13	31,45	1,68	2,82	1,68	5,07
1986	60	30,81	31,45	-0,64	0,41	0,64	2,09
1987	61	34,08	31,45	2,63	6,99	2,63	7,72
1988	62	26,63	31,45	-4,82	23,20	4,82	18,08

Fuente: *Opus cit.*

ECM = 15,93098
 ECM(5) = 8,49648
 EAM = 3,007551
 EAM(5) = 2,558463
 EAPM = 9,705042
 EAPM(5) = 8,345698



Para obtener una media simple más adecuada a los valores de la muestra, se recomienda eliminar los datos que presenten valores extremos en relación a los valores promedio de la muestra.

1.3) Media móvil :Es un método de estructura variable que define la predicción como la media simple de unos cuantos periodos muestrales previos, o más recientes al que corresponde la predicción. A este número de observaciones que se utiliza para definir la media se le llama " longitud " de la media móvil y lo indicaremos por k :

Ejemplo: Si k = 5 el valor de A pronosticado para t es el promedio de los valores observados en los últimos 5 periodos.

$$A = [(D_{t-4}) + (D_{t-3}) + (D_{t-2}) + (D_{t-1}) + (D_t)] / 5$$

siendo la predicción $F_t = A$.

Generalizando este método para una predicción F en $t+1 = r$ con k periodos previos usados en la obtención del promedio tendríamos :

$$F_r = [(D_{t-k+1}) + \dots + (D_{t-3}) + (D_{t-2}) + (D_{t-1}) + (D_t)] / k$$

donde D_t es el último dato muestral conocido = D_{r-1} , o también :

$$MM (K) : F_t = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k D_t$$

donde MM (k) indica la media móvil de longitud k.

Una vez obtenido el error e_t , se puede computar ECM, EAM y EAPM, en base a su valor menor computado para una serie experimental de diferentes k periodos en los promedios móviles (generalmente entre 3 y 6 periodos k), se puede elegir cual es el valor de k más aceptable correspondiente para la predicción, que refleje más apropiadamente la serie evaluada con la mejor precisión deseada. Una de las principales ventajas de los promedios móviles es que es un método facil de comprender o implementar. La principal desventaja es que estos no siempre reaccionan fidedignamente a los cambios en los datos reales.

Al ser un método de estructura variable la aproximación de A se hace por un proceso iterativo en el que la predicción para cada periodo se obtiene a partir de la calculada para el período anterior, introduciendo el dato más próximo y eliminando el más lejano. Es decir; la llama " ecuación de actualización " :

$$F_{t+1} = F_t + 1/k (D_t - D_{t-k})$$

De este método podemos señalar que :

- El número de periodos de la longitud es el número de periodos iniciales para los que no puede definirse la predicción.
- A menor longitud mayor sensibilidad del predictor a los valores más recientes y a mayor longitud menor sensibilidad y más alisada será la serie.
- Cuando la longitud=1 este método sería igual al ingenuo.

Cuadro 5.1.1.c Media Movil (4)

PRECIO DEL MAIZ ; MEXICO 1978=100

precio medio rural

	PRECIO REAL	PRONOS- TICO	ERROR	EC	EA	EPA
1927	1	27, 50				
1928	2	29, 78				
1929	3	32, 71				
1930	4	30, 99				
1931	5	21, 46	30, 25	-8, 78		
1932	6	28, 04	28, 74	-0, 70	77, 16	8, 78
1933	7	26, 18	28, 30	-2, 12	0, 49	0, 70
1934	8	28, 94	26, 67	2, 28	4, 49	2, 12
1935	9	33, 63	26, 16	7, 48	5, 18	2, 28
1936	10	41, 45	29, 20	12, 25	55, 90	7, 48
1937	11	45, 69	32, 55	13, 14	150, 04	22, 23
1938	12	37, 70	37, 43	0, 27	172, 60	29, 55
1939	13	33, 78	39, 62	-5, 84	0, 07	0, 71
1940	14	28, 84	39, 65	-10, 8	34, 05	5, 84
1941	15	29, 54	36, 50	-6, 96	116, 91	10, 81
1942	16	30, 12	32, 47	-2, 35	49, 47	37, 49
1943	17	34, 82	30, 57	4, 25	48, 47	23, 57
1944	18	34, 93	30, 83	4, 10	5, 53	7, 81
1945	19	29, 86	32, 35	1, 70	2, 88	12, 21
1946	20	29, 86	33, 48	-3, 62	13, 09	4, 25
1947	21	32, 16	33, 41	-1, 25	1, 57	4, 10
1948	22	31, 14	32, 75	-1, 61	2, 61	11, 73
1949	23	34, 75	31, 80	-2, 98	8, 86	4, 99
1950	24	34, 75	30, 50	4, 26	18, 14	12, 12
1951	25	34, 70	31, 72	2, 98	8, 87	3, 89
1952	26	31, 81	32, 35	-0, 55	0, 30	5, 18
1953	27	32, 52	32, 52	0, 00	1, 23	10, 33
1954	28	32, 57	33, 75	-1, 19	1, 51	12, 25
1955	29	28, 25	33, 21	-4, 96	1, 41	8, 58
1956	30	32, 68	31, 59	1, 08	24, 58	1, 72
1957	31	39, 14	33, 81	5, 35	1, 18	3, 65
1958	32	31, 00	31, 91	-0, 91	0, 51	3, 64
1959	33	30, 67	31, 52	-0, 85	0, 73	17, 55
1960	34	29, 75	32, 13	-2, 37	5, 64	3, 32
1961	35	30, 19	31, 40	-1, 27	1, 88	6, 87
1962	36	30, 19	30, 96	0, 23	1, 37	2, 88
1963	37	37, 09	30, 16	6, 93	0, 03	3, 64
1964	38	37, 21	31, 76	5, 45	48, 08	7, 98
1965	39	33, 63	33, 63	0, 00	1, 88	4, 57
1966	40	32, 13	35, 01	-2, 88	0, 73	0, 89
1967	41	32, 90	35, 49	-2, 59	6, 72	2, 78
1968	42	30, 97	34, 44	-3, 48	12, 08	7, 98
1969	43	30, 64	32, 88	-2, 24	10, 51	4, 57
1970	44	28, 51	31, 41	-2, 90	8, 43	0, 89

	PRECIO	FRONOST.	ERROR	EC	EA	EPA
1971	45	30,51	-3,51	12,29	3,51	12,98
1972	46	25,83	-3,20	10,24	3,20	12,39
1973	47	27,95	0,20	0,04	0,20	0,72
1974	48	29,73	2,41	5,81	2,41	8,11
1975	49	32,60	4,98	24,75	4,98	15,26
1976	50	33,34	29,03	4,32	4,32	12,94
1977	51	31,25	30,91	0,34	0,34	1,10
1978	52	24,25	31,73	-7,48	55,98	30,85
1979	53	25,01	30,36	-5,35	28,61	21,39
1980	54	34,00	28,46	5,54	30,64	16,28
1981	55	29,48	28,63	0,85	0,73	2,90
1982	56	28,56	28,19	0,38	0,14	1,32
1983	t=57	33,31	29,26	4,05	16,39	12,15
1984	58	34,47	31,34	3,13	9,80	9,08
1985	59	33,13	31,34	1,79	3,21	5,41
1986	60	30,81	31,34	-0,53	0,28	1,73
1987	61	34,08	31,34	2,74	7,52	8,05
1988	62	26,53	31,34	-4,71	22,14	17,67

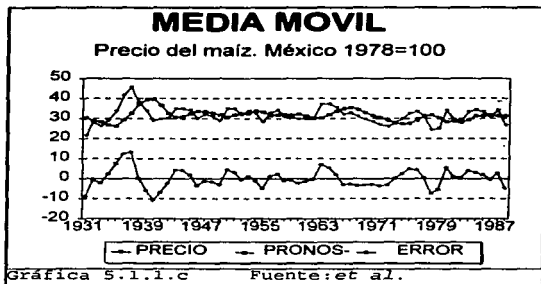
Fuente: *Opus cit.*

mm4		mm6		mm8	
ECM	= 21,45543	ECM	= 20,44865	ECM	= 18,6975
ECM(5)	= 8,59157	ECM(5)	= 12,39169	ECM(5)	= 12,05302
EAM	= 3,56098	EAM	= 3,35889	EAM	= 3,17876
EAM(5)	= 2,58058	EAM(5)	= 3,02778	EAM(5)	= 3,22993
EAPM	= 11,31913	EAPM	= 10,39331	EAPM	= 9,80301
EAPM(5)	= 8,38669	EAPM(5)	= 9,68405	EAPM(5)	= 10,09394

mmk = media móvil de longitud k .

En los estadísticos previos se incluyó las estimaciones para diversos valores de k , en los cuales se aprecia las variaciones a las que es sujeto este método.

² La selección de una media móvil de longitud cuatro es producto de una serie de pruebas con varias longitudes, obediendo esta, al mejor grado de ajuste mostrado de acuerdo a los indicadores de evaluación de la precisión del modelo.



Como se puede apreciar en el cuadro anterior, la estimación para el periodo quinto es igual a promedio de las cuatro observaciones anteriores y para el periodo 58 en adelante es igual al último valor promedio registrado por las últimas cuatro observaciones de la muestra de estimación estadística .

1.4) Alisado o atenuación exponencial :Es un método de estructura variable que define la predicción mediante una suma ponderada de todos los valores previos de la serie al periodo para que se formula la predicción.

$$F_{t+k} = \alpha D_t + \alpha (1-\alpha) D_{t-1} + \alpha (1-\alpha)^2 D_{t-2} + \dots =$$

$$= \alpha \sum_{j=0}^{\infty} (1-\alpha)^j D_{t-j}$$

Esto significa que la ponderación dada a una observación pasada se va haciendo menor cuanto más alejada está esa observación del período para el que se realiza la predicción.

Al ser de estructura variable también existe una ecuación de actualización :

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1-\alpha) F_t$$

Alternativamente la predicción puede expresarse como el llamado " modelo con mecanismo de corrección de error " :

$$F_{t+1} = F_t + \alpha e_t$$

donde la predicción resultante para el período t+1 es igual a la predicción realizada para el período anterior t más una parte del error de predicción de ese mismo período.

El objetivo de incorporar el error de predicción en un período previo es corregir y mejorar el pronóstico en el próximo período; utilizando un factor de ajuste para el estimador inicial que adecue el valor del pronóstico a los nuevos cambios o

expectativas. Este factor de ajuste α es una constante con valor entre 0 y 1 conocida como " constante de atenuación ".

Por ejemplo cuando $\alpha = 0.1$ se le atribuye un peso del 10 % al valor del error del pronóstico actual por el cual hay que ajustar el valor inicial del pronóstico para el próximo periodo.

De lo anterior podemos definir a la " constante de atenuación " (α) como la fracción especificada que determina el grado en el cual el pronóstico en el periodo siguiente es influenciado por el error del pronóstico en el periodo corriente.

Así, cuando α se aproxima a su valor máximo de 1 entonces se espera un cambio total para el próximo periodo (denotando circunstancias especiales (una huelga, una demanda extraordinariamente desfazada)); si α se encuentra cercana a cero entonces el error esperado es realmente insignificativo y se espera que la serie mantenga totalmente o casi totalmente su estabilidad.

Al igual, un mayor valor para α otorgará un mayor peso asignado a los valores próximos al periodo de predicción. Cuanto mayor sea α menor sera el alisamiento resultante en la serie, es decir, los valores predichos presentarán mayor variabilidad.

La experiencia práctica, las opiniones de expertos y el conocimiento del mercado de referencia son factores importantes para la determinación de un adecuado valor de α . La experiencia marca a menudo que α tiende a tener un valor entre 0.10 y 0.30. Si se desea por esta vía ajustar la predicción en el periodo t, que obedece al parámetro A, se debe enjuiciar en base al

resultado del periodo $t-1$ y α que introduciría las nuevas expectativas (Un nuevo competidor que provoque una baja en los precios o una campaña promocional agresiva que eleve las ventas).
Esto es :

$$\text{Pronóstico (t)} = \text{Pronóstico en el período previo (t-1)} + \alpha * (\text{error de pronóstico en t-1}).$$

algebraicamente :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha * (D_{t-1} - F_{t-1})$$

También aquí, el mejor valor para α se elige de acuerdo a varias pruebas de aproximación a aquel valor α cuyos valores de evaluación de la precisión del modelo sean menores o aceptablemente menores³.

³ En la determinación de A en los modelos horizontales también puede incluirse la atenuación exponencial, donde el valor F_t estimado por el método de atenuación exponencial es :

$$F_t = F_{t-1} = F_{t-2} = \dots = F_{t-n} = A \text{ - Al valor corriente de A}$$

Cuadro 5.1.1.d. ATENUACION EXPONENCIAL ALPHA=0.9⁴

PRECIO DEL MAIZ ; MEXICO 1978=100

precio medio rural

	PRECIO REAL	PRONOS-TICO	ERROR	EC	EA	EPA
1927	1	27,50				
1928	2	29,78	2,28	5,21	2,28	7,67
1929	3	32,71	3,16	9,99	3,16	9,66
1930	4	30,99	-1,41	1,99	1,41	4,55
1931	5	21,46	-9,67	93,43	9,67	45,03
1932	6	28,04	5,61	31,47	5,61	20,01
1933	7	26,18	-1,30	1,68	1,30	4,95
1934	8	28,94	2,63	6,92	2,63	9,09
1935	9	33,63	4,95	24,54	4,95	14,73
1936	10	41,45	8,31	69,07	8,31	20,05
1937	11	45,69	5,07	25,73	5,07	11,10
1938	12	37,70	-7,48	56,03	7,48	19,86
1939	13	33,16	-4,66	3,76	4,66	13,81
1940	14	28,84	-5,41	29,23	5,41	18,74
1941	15	29,54	0,16	0,02	0,16	0,53
1942	16	30,42	0,59	0,35	0,59	1,96
1943	17	34,82	4,77	22,72	4,77	13,69
1944	18	34,93	0,58	0,34	0,58	1,66
1945	19	34,05	-0,82	0,67	0,82	2,41
1946	20	29,86	-4,27	18,24	4,27	14,30
1947	21	33,16	1,88	0,51	1,88	5,81
1948	22	31,14	-0,84	0,71	0,84	2,70
1949	23	28,83	-2,39	5,73	2,39	8,31
1950	24	34,75	5,69	32,38	5,69	16,37
1951	25	34,70	-0,21	0,26	0,21	0,68
1952	26	31,81	-2,84	8,07	2,84	8,93
1953	27	33,75	32,09	2,76	1,66	4,92
1954	28	32,57	-1,02	1,04	1,02	3,13
1955	29	32,68	-4,42	19,54	4,42	15,65
1956	30	32,68	3,99	15,90	3,99	12,20
1957	31	34,16	32,28	1,88	3,54	5,51
1958	32	31,00	-3,97	8,81	2,97	9,57
1959	33	30,67	-1,70	0,63	0,10	0,36
1960	34	29,75	-0,98	0,96	0,98	3,29
1961	35	30,02	29,85	0,17	0,17	0,57

⁴ El valor de alfa fue seleccionado tras una serie de pruebas de acuerdo al mejor grado de ajuste del modelo.
El resultado de dichas pruebas puede observarse al final de este cuadro.

	PRECIO	PRONOST.	ERROR	EC	EA	EPA
1962	36	30,19	30,01	0,18	0,03	0,59
1963	37	37,09	30,17	6,92	47,94	6,92
1964	38	37,21	36,40	0,81	0,66	2,18
1965	39	35,54	37,13	-1,59	2,52	4,47
1966	40	32,13	35,70	-3,57	12,73	11,11
1967	41	32,90	32,49	0,41	0,17	1,26
1968	42	30,97	32,86	-1,89	3,57	6,10
1969	43	29,64	31,16	-1,52	2,30	5,11
1970	44	27,00	29,79	-1,79	1,66	4,22
1971	45	27,00	28,64	-1,64	2,68	6,06
1972	46	25,83	27,16	-1,33	1,72	5,16
1973	47	27,95	25,96	1,98	3,93	7,10
1974	48	27,95	27,75	1,98	3,93	6,67
1975	49	32,60	29,53	3,07	9,42	9,41
1976	50	33,34	32,30	1,05	1,10	3,14
1977	51	31,25	33,24	-1,99	3,95	6,36
1978	52	24,25	31,45	-7,20	51,83	29,69
1979	53	25,01	24,97	0,04	0,00	0,17
1980	54	34,00	25,01	8,99	80,84	26,45
1981	55	29,48	33,10	-3,62	13,09	12,27
1982	56	28,56	29,84	-1,28	1,64	4,49
1983	t=57	33,31	28,69	4,62	21,37	13,88
1984	58	34,47	32,85	1,62	2,62	4,70
1985	59	33,13	32,85	0,28	0,08	0,85
1986	60	30,81	32,85	-2,04	4,18	6,64
1987	61	34,08	32,85	1,23	1,52	3,61
1988	62	26,63	32,85	-6,22	38,65	23,34

Fuente: Opus cit.

alfa 0.9

alfa 0.2

alfa 0.5

ECM =14,10988
 ECM(5) = 9,40878
 EAM = 2,89252
 EAM(5) = 2,27837
 EAPM = 9,27091
 EAPM(5) = 7,82673

ECM =16,64736
 ECM(5) =10,99992
 EAM = 3,07268
 EAM(5) = 3,05187
 EAPM = 9,73228
 EAPM(5) = 9,59864

ECM =15,38138
 ECM(5) = 8,67289
 EAM = 3,02060
 EAM(5) = 2,59610
 EAPM = 9,63286
 EAPM(5) = 8,41544

Nota: se incluyo tres estimaciones del valor de alfa para que el lector observe la variabilidad del método al presentar diversos valores.

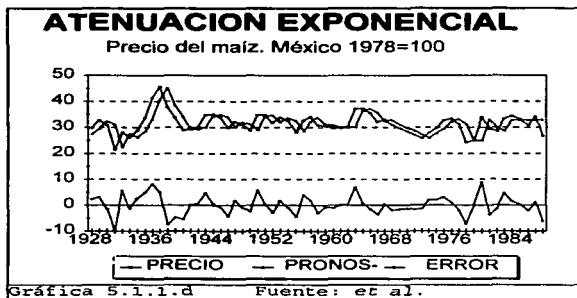
El pronóstico para el segundo periodo es producto del primer dato (27.50), mientras que para el tercer periodo el pronóstico es resultado de :

$$F_3 = 27.50 + (0.9 * 2.28) = 29.55$$

y para el primer periodo extramuestral $t=58$

$$F_{58} = 28.69 + (0.9 * 4.62) = 32.85$$

siendo el mismo para los restantes periodos dado que no se cuenta con más información estadística.



1.5) Comparación entre promedio móvil y atenuación exponencial :

Un promedio móvil de cierto número de datos históricos k puede expresarse como una suma de todos sus k elementos multiplicados cada uno de ellos por $1/k$.

Ejemplo:

$$F_t = [D_{t-k} + \dots + D_{t-3} + D_{t-2} + D_{t-1}] / k$$
$$= 1/k * D_{t-k} + \dots + 1/k * D_{t-2} + 1/k * D_{t-1}$$

donde

F_t = Al pronóstico para el período t .

D_{t-k} = Datos históricos usados en el promedio.

k = Número de datos incluidos en el promedio.

En contraste con la atenuación exponencial donde cada k elemento es ponderado por un factor multiplicativo de diferente peso para cada período o elemento.

Ejemplo :

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (D_{t-1} - F_{t-1}) = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) F_{t-1} \quad (A.1)$$

y

$$F_{t-1} = \alpha D_{t-2} + (1 - \alpha) F_{t-2}$$

que al substituirse en (A.1) tenemos :

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha) [\alpha D_{t-2} + (1 - \alpha) F_{t-2}]$$
$$= \alpha D_{t-1} + \alpha (1 - \alpha) D_{t-2} + (1 - \alpha)^2 F_{t-2}$$

Generalizando este proceso a F_t en función de $D_{t-1}, D_{t-2}, \dots, D_0$ asumiendo que $F_1 = D_0$:

$$F_t = \alpha D_{t-1} + \alpha (1 - \alpha) D_{t-2} + \alpha (1 - \alpha)^2 D_{t-3} + \dots + \alpha (1 - \alpha)^{t-1} D_0$$

si $\alpha = 0.10$.

$$F_t = (0.10) D_{t-1} + (0.09) D_{t-2} + (0.081) D_{t-3} + \dots +$$

Donde podemos observar que la atenuación exponencial es el resultado de la suma de varios datos, pero no están ponderados por el mismo factor, si no por un ponderador que da un mayor peso a los datos históricos más recientemente, $(1 - \alpha)$ elevado exponencialmente.

5.1.2) Modelo de tendencia

Aplicable a pronósticos donde la serie de datos muestra generalmente incrementos o decrementos como patrón constante en la serie muestral. Esta tendencia descrita por la serie puede ser de orden lineal o no lineal; sin embargo, el valor exacto de la serie puede fluctuar alrededor de esta tendencia, su desviación expresa el error aleatorio.

Este modelo se describe matemáticamente por :

$$D_t = A + (\beta * t) + e_t$$

A = La intercepción de la tendencia con el eje, que es igual a la expectativa de demanda en el periodo $t = 0$, periodo base.

β = Inclinación de la línea de tendencia = Expectativa de incremento de la serie por periodo.

e_t = Error aleatorio con media cero.

La predicción para el periodo $t+n$ estaría dada por :

$$F_{t,n} = A + [\beta * (t+n)]$$

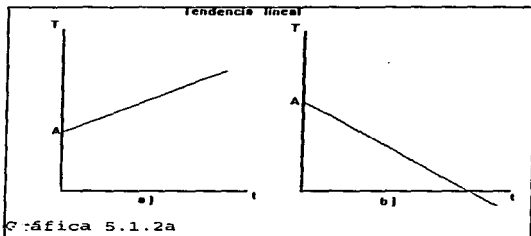
Dentro de este tipo de modelos existen varios patrones tendenciales definidos :

su estructura base es :

$$D_t = T_t + e_t$$

T indica componente de tendencia.

A. tendencia lineal :



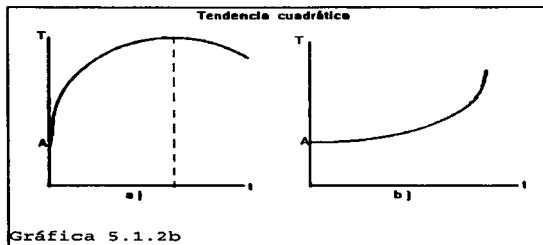
gráf. 5.1.2a .En ella se observa el modelo lineal donde "a" presenta una pendiente (β) positiva y "b" una negativa.

$$T_t = A + \beta t$$

puede obtenerse por MCO dando

$$F_t = A + \beta t .$$

B. tendencia cuadrática :



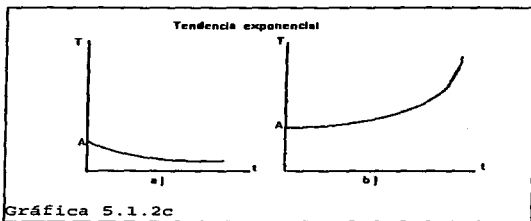
gráf. 5.1.2b. En ella se muestran las posibilidades de esta forma funcional de acuerdo a los valores de su pendiente.

$$T_t = A + \beta_1 t + \beta_2 t^2$$

donde la segunda diferencia de los valores sucesivos es una constante :

$\Delta^2 T_t = \Delta T_t - \Delta T_{t-1} = (T_t - T_{t-1}) - (T_{t-1} - T_{t-2}) = 2\beta_2$
se estima por MCO.

C. tendencia exponencial :



gráf. 5.1.2c. Al igual que las formas funcionales anteriores presenta dos modalidades de acuerdo a los valores de sus coeficientes.

$$T_t = A \cdot \beta_1^t$$

En este caso, los cocientes de los valores sucesivos son una constante β_1 , es decir $T_t/T_{t-1} = \beta_1$.

Para estimar los parámetros se toman logaritmos a ambos lados de la expresión :

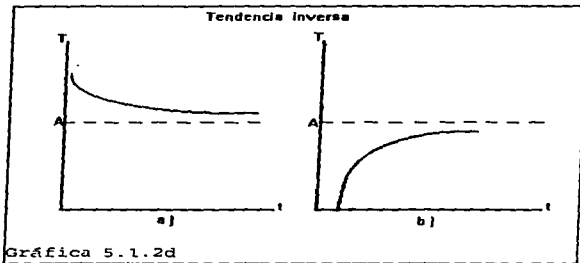
$$\ln T_t = \ln A + \ln \beta_1 \cdot t$$

resolviendolo por MCO al colocar $T_t^* = \ln T_t$, $A^* = \ln A$ y $\beta_1^* = \ln \beta_1$ y estimando:

$$T_t^* = A^* + \beta_1^* \cdot t$$

obteniendo A y β_1 por antilogaritmo.

D. Tendencia inversa o reciproca :



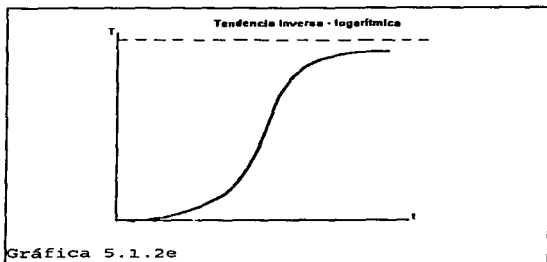
gráf. 5.1.2d. La tendencia en este tipo de funciones inversas o reciprocas, presenta limites a su crecimiento o a su caída de acuerdo a los valores en los coeficientes A y β .

$$T_t = A + \beta_1 \cdot 1/t$$

Mediante este formato se puede tratar aquellos casos en que la tendencia parece tener un limite a su crecimiento o a su decrecimiento, según sea β : positivo o negativo.

Bastando para su estimación MCO al tener $t' = 1/t$ y sustituir.

E. Tendencia inversa-logarítmica :



gráf. 5.1.2e. Tendencia inversa logarítmica, la cual presenta una forma de s invertida con un límite en su crecimiento.

$$T_t = e^{(A - B \cdot 1/t)}$$

Para estimar sus parámetros se trabaja por logaritmos neperianos:

$$T_t' = A + \beta_1 t'$$

donde $T_t' = \ln T$ y $t' = -1/t$, resolviendolo aplicando MCO.

Los métodos estimados para su obtención son :

2.1) Tendencia Lineal : Es un método de estructura fija que formula la predicción aproximando la tendencia mediante una función lineal

$$T_t = A + \beta \cdot t$$

siendo la predicción la estimación de la tendencia para el período considerado :

$$F_{t+k} = A + \beta \cdot (t+k)$$

En la practica dicho modelo es obtenido por el método de regresión lineal que ofrece una buena aproximación de los parámetros A y β , para encontrar una linea que sea lo más precisa posible.

Estadísticamente A y β se encuentran determinados en términos de n número de datos históricos (D_0, D_1, \dots, D_{n-1}) para proveer la mejor y más precisa aproximación lineal , donde :

$$\beta = \frac{\sum_{t=0}^{n-1} t \cdot D_t - n \cdot \bar{t} \cdot \bar{D}}{\sum_{t=0}^{n-1} t^2 - n \cdot \bar{t}^2}$$

$$A = \bar{D} - \beta \cdot \bar{t}$$

donde \bar{D} = Al promedio de los datos históricos y \bar{t} = el promedio del número de periodos.

Su grado de ajuste y por tanto su nivel de aceptación depende del valor del coeficiente de determinación (R^2).

Cuadro 5.1.2.A TENDENCIA LINEAL

FRIJOL

PRECIO MEDIO RURAL

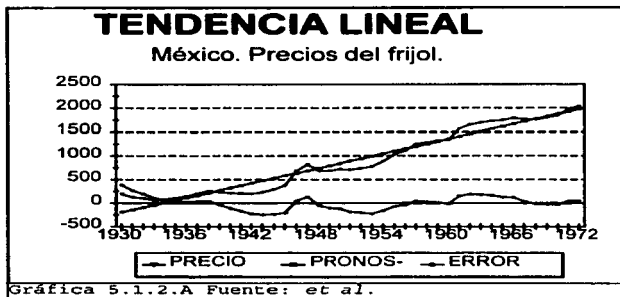
PRONOS-

	PRECIO	TICO	ERROR	EC	EA	EPA	
1930	1	192	-193,86	385,86	148888,30	385,86	200,97
1931	2	126	-142,14	268,14	71898,81	268,14	212,81
1932	3	105	-90,42	195,42	38188,43	195,42	186,11
1933	4	61	-38,70	99,70	9939,63	99,70	163,44
1934	5	69	13,02	55,98	3133,40	55,98	81,13
1935	6	98	64,74	33,26	1105,95	33,26	33,93
1936	7	140	116,47	23,53	553,89	23,53	16,81
1937	8	201	168,19	32,81	1076,72	32,81	16,33
1938	9	255	219,91	35,09	1231,52	35,09	13,76
1939	10	236	171,63	-35,63	1269,35	35,63	15,10
1940	11	212	123,35	-111,35	12398,56	111,35	52,52
1941	12	206	375,07	-169,07	29584,58	169,07	82,07
1942	13	201	426,79	-225,79	50981,44	225,79	112,33
1943	14	231	478,51	-247,51	61262,00	247,51	107,15
1944	15	295	530,23	-239,23	55334,35	239,23	79,74
1945	16	373	581,95	-208,95	43661,56	208,95	56,02
1946	17	682	633,67	48,33	2335,36	48,33	7,09
1947	18	818	685,40	132,60	17584,00	132,60	16,21
1948	19	688	737,12	-49,12	2412,41	49,12	7,14
1949	20	688	788,84	-100,84	10168,14	100,84	14,66
1950	21	722	840,56	-118,56	14056,03	118,56	16,42
1951	22	705	892,28	-187,28	35073,45	187,28	26,56

	PRECIO	PRONOST.	ERROR	EC	EA	EPA	
1952	23	740	944.00	-204.00	41616.00	204.00	27.57
1953	24	773	995.72	-222.72	49604.61	222.72	28.81
1954	25	890	1047.44	-157.44	24787.94	157.44	17.69
1955	26	1028	1099.16	-71.16	5064.14	71.16	6.92
1956	27	1115	1150.88	-35.88	1287.64	35.88	3.22
1957	28	1246	1262.00	-16.00	183.16	16.00	1.85
1958	29	1278	1254.33	23.67	560.48	23.67	1.85
1959	30	1319	1306.05	12.95	167.79	12.95	0.98
1960	31	1342	1357.77	-15.77	248.61	15.77	1.17
1961	32	1564	1409.49	154.51	23873.85	154.51	9.88
1962	33	1647	1461.21	185.79	34518.19	185.79	11.28
1963	34	1693	1512.93	180.07	32425.13	180.07	10.64
1964	35	1726	1564.65	161.35	26033.45	161.35	9.35
1965	36	1744	1616.37	127.63	16288.89	127.63	7.32
1966	37	1790	1668.09	121.91	14861.31	121.91	6.81
1967	T=38	1755	1719.81	35.19	1238.06	35.19	2.00
1968	39	1758	1771.53	-13.53	183.19	13.53	0.77
1969	40	1801	1823.26	-22.26	495.32	22.26	1.24
1970	41	1848	1874.98	-26.98	727.74	26.98	1.46
1971	42	1976	1926.70	49.30	2430.72	49.30	2.50
1972	43	2031	1978.42	52.58	2764.80	52.58	2.59

Fuente: Opus cit.

ECM	=	23305,19
ECM(5)	=	1320,357
EAM	=	125,0918
EAM(5)	=	32,9302
EAPM	=	43,8757
EAPM(5)	=	1,7098



Las predicciones del cuadro anterior son resultado de la siguiente estimación por M.C.O (Mínimos cuadrados ordinarios) para los parámetros A y β .

PRONOSTICO_t = (- 245.58140) + (51.720930) * t
donde t = 1...43.

Este método fue mantenido aunque el ECM presenta valores altos aparentemente inadmisibles, sin embargo, el grado de ajuste para los períodos extramuestrales fue muy alto presentando una buena expectativa en el corto plazo.

Estos altos valores de desviación son producto de un patrón cíclico y un cambio de tendencia estructural (alteraciones sostenidos por los patrones anteriores) que no son considerados por el modelo.

El cambio estructural puede incorporarse al modelo de tendencia por medio de una variable *Dummy* que toma valor de uno a partir del período en que inicia la transformación estructural de la tendencia y dándole valor de cero para los períodos restantes.

2.2) Dobles medias móviles : Es un método de estructura variable que obtiene las predicciones suponiendo que la tendencia es localmente lineal; esto significa que la pendiente no es constante en toda la muestra, si no que se va redefiniendo conforme se incorpora nueva información.

La media móvil (MM) de longitud k para t :

$$MM_t = [(D_{t-k+1}) + \dots + (D_{t-3}) + (D_{t-2}) + (D_{t-1}) + (D_t)] / k$$

donde $t = k, k+1, \dots, n$.

y la doble media móvil (2MM) para t, con longitud k, definida como :

$$2MM = [MM_{t-k+1} + \dots + MM_{t-2} + MM_{t-1} + MM_t] / k$$

donde $t = 2k-1, 2k, \dots, n$.

Si presentamos la tendencia en la forma $A = A + \beta * t$ se puede estimar el valor de la tendencia como :

$$A = 2 * MM_t - 2MM_t$$

y la pendiente β como :

$$\beta = (2/k-1) (MM_t - 2MM_t)$$

quedando definida la predicción como :

$$F_{t-k} = A_t + \beta * k$$

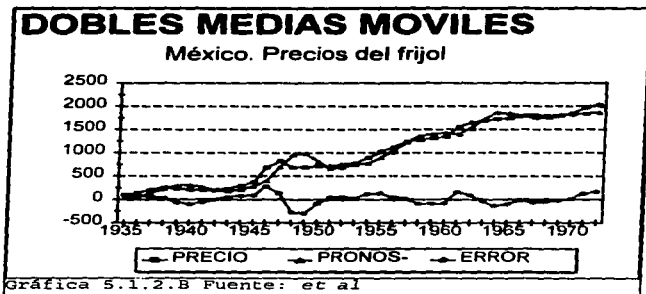
Cuadro 5.1.2.B. DOBLES MEDIAS MOVILES

FRIJOL		PRECIO MEDIO RURAL					PRONOS- TICO	
	PRECIO	MM=3	2MM	TENDENCIA	PENDIENTE			
1930	1	192						
1931	2	126						
1932	3	105	141.00					
1933	4	61	97.33					
1934	5	49	78.33	105.56	51.11	-27.22		
1935	6	98	76.00	83.89	68.11	-7.89	23.89	
1936	7	140	102.33	85.56	119.11	17.78	23.89	
1937	8	201	146.33	108.22	184.44	38.11	22.22	
1938	9	255	198.67	149.11	248.22	49.56	22.22	
1939	10	236	230.67	191.89	2269.44	38.78	22.22	
1940	11	212	234.33	221.67	247.44	13.11	22.22	
1941	12	206	218.00	227.67	208.33	-9.67	22.22	
1942	13	201	206.33	219.56	193.11	-13.22	22.22	
1943	14	211	222.67	213.00	213.00	0.33	22.22	
1944	15	255	242.33	220.44	264.22	27.89	22.22	
1945	16	373	299.67	251.56	347.78	48.11	22.22	
1946	17	682	450.00	330.67	569.33	119.33	22.22	
1947	18	818	624.33	458.00	790.67	166.33	22.22	
1948	19	698	729.33	601.22	857.44	128.11	22.22	
1949	20	698	698.00	695.00	767.67	36.33	22.22	
1950	21	722	639.33	720.00	735.78	-20.67	22.22	
1951	22	705	705.00	711.89	698.11	-6.89	22.22	
1952	23	740	722.33	708.89	735.78	13.44	22.22	
1953	24	773	759.33	722.22	756.44	17.11	22.22	
1954	25	890	801.00	754.44	847.78	46.78	22.22	
1955	26	1028	897.00	832.00	961.56	84.00	22.22	
1956	27	1115	1011.00	903.00	1119.00	108.00	22.22	
1957	28	1246	1129.67	1012.56	1246.78	117.11	22.22	
1958	29	1478	1231.00	1177.89	1308.11	95.11	22.22	
1959	30	1438	1251.00	1207.89	1394.11	73.11	22.22	
1960	31	1342	1313.33	1269.00	1357.00	44.00	22.22	
1961	32	1564	1408.67	1334.11	1482.56	104.22	22.22	
1962	33	1847	1577.33	1413.00	1622.33	130.77	22.22	
1963	34	1693	1634.67	1520.22	1749.11	114.44	22.22	
1964	35	1726	1688.67	1613.67	1763.67	75.00	22.22	
1965	36	1844	1721.00	1691.44	1761.44	84.00	22.22	
1966	37	1790	1753.33	1721.00	1785.67	32.33	22.22	
1967	38	1755	1763.00	1745.78	1780.22	17.22	22.22	
1968	39	1758						
1969	40	1801						
1970	41	1848						
1971	42	1848						
1972	43	2031						

Fuente: Opus cit

	ERROR	EC	EA	EPA	
1930	1				
1931	2				
1932	3				
1933	4				
1934	5				
1935	6	74.11	5492.46	74.11	75.62
1936	7	79.78	6364.49	79.78	56.98
1937	8	65.11	4239.46	65.11	32.39
1938	9	35.44	1052.64	32.44	12.72
1939	10	-61.78	3816.49	61.78	26.18
1940	11	-96.22	9258.72	96.22	45.39
1941	12	-54.56	2976.31	54.56	26.48
1942	13	2.33	5.44	2.33	1.16
1943	14	51.11	2612.35	51.11	22.13
1944	15	81.67	6669.44	81.67	27.68
1945	16	86.89	7549.68	86.89	23.29
1946	17	286.11	81859.57	286.11	41.95
1947	18	125.33	16727.11	129.33	15.81
1948	19	-269.00	72361.00	269.00	39.10
1949	20	-297.56	88539.31	297.56	43.25
1950	21	-82.00	6724.00	82.00	11.36
1951	22	47.00	2209.00	47.00	6.67
1952	23	48.78	2379.27	48.78	6.59
1953	24	23.78	565.38	23.78	3.58
1954	25	116.44	13559.21	116.44	13.08
1955	26	133.44	17807.42	133.44	12.98
1956	27	48.89	2390.12	48.89	4.38
1957	28	19.00	361.00	19.00	1.52
1958	29	-85.89	7376.90	85.89	6.72
1959	30	-84.22	7093.38	84.22	6.39
1960	31	-85.22	7262.83	85.22	6.35
1961	32	163.00	26569.00	163.00	10.42
1962	33	90.22	8140.05	90.22	5.48
1963	34	-34.00	1156.00	34.00	2.01
1964	35	-137.56	18921.53	137.56	7.97
1965	36	-94.67	8961.78	94.67	5.43
1966	37	-10.11	102.23	10.11	0.56
1967	T-38	-63.00	3969.00	63.00	3.59
1968	39	-39.44	1555.86	39.44	2.24
1969	40	-13.67	186.78	13.67	0.76
1970	41	16.11	259.57	16.11	0.87
1971	42	126.89	16100.79	126.89	6.42
1972	43	164.67	27115.11	164.67	8.11

ECM	=	13487.05000
ECM(5)	=	9043.62200
EAM	=	91.97643
EAM(5)	=	72.15546
EAPM	=	18.32519
EAPM(5)	=	3.68070



El pronóstico para $t=10$ (1938) con valor de 222.56 es resultado del siguiente proceso :

$$MM3_{t-9} = [(t=6) + (t=7) + (t=8)] / 3 =$$

$$MM3_{t-9} = (98 + 140 + 201) / 3 = 146.33$$

$$MM3_{t-9} = (140 + 201 + 255) / 3 = 198.67$$

Se obtiene la doble media móvil para $t=9$ con longitud 3

$$DMM3_{t-9} = (MM3_{t-9} + MM3_{t-9} + MM3_{t-7}) / 3$$

$$DMM3_{t-9} = (198.67 + 146.33 + 102.33) / 3 = 149.11$$

Se procede a estimar el pronóstico

$$\begin{aligned}\hat{F}_{10} &= \hat{T}_{10} + \hat{\beta}_{10} = [(2 * MM_9) - DMM_9] + [(2 / (k-1)) * (MM_9 - DMM_9)] = \\ &= [(2 * 198.67) - 149.11] + [(2/2) * (198.67 - 149.11)] = \\ &= 248.22 + 49.56 = 297.78\end{aligned}$$

En el caso del pronóstico para los periodos extramuestrales se toma como base la tendencia y pendiente del último dato muestral (t=38).

$$\begin{aligned}\hat{F}_{39} &= \hat{T}_{39} + \hat{\beta}_{39} = 1780.22 + (17.22 * (1)) = 1797.44 \\ F_{40} &= 1780.22 + (17.22 * (2)) = 1814.67\end{aligned}$$

2.3) Alisado exponencial lineal de Holt : Es un método de estructura variable que asume que la tendencia es lineal localmente. Por tanto, la predicción se encuentra basada en una actualización de la estimación de la tendencia y la pendiente para cada periodo muestral al incorporarse nueva información (la actualización se basa en todos los periodos previos). Para ello, se utilizan dos constante de ponderación, que puede tomar valores entre 0 y 1.

Las ecuaciones de actualización se describen como :

$$\begin{aligned}L_t &= \alpha * D_t + (1 - \alpha) F_{t-1} \\ \beta_t &= \delta [L_t - L_{t-1}] + (1 - \delta) \beta_{t-1}\end{aligned}$$

donde L_t son las expectativas del valor pronosticado⁵, α es la constante de atenuación de la tendencia y δ de la pendiente; ambas encuentran su valor entre 0 y 1.

Otro desarrollo equivalente es el siguiente :

Se obtienen estimadores en base a datos históricos, obteniéndose A_{t-1} como estimador de A y β_{t-1} de β , utilizando la estimación en el periodo $t-1$ para la obtención del pronóstico para el periodo t (F_t).

$$F_t = A_{t-1} + \beta_{t-1} * t$$

si esto se extiende al periodo ($t+1$) obtenemos :

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= A_{t-1} + \beta_{t-1} * (t+1) \\ &= A_{t-1} + \beta_{t-1} * t + \beta_{t-1} \\ &= (A_{t-1} + \beta_{t-1} * t) + \beta_{t-1} \\ &= F_t + \beta_{t-1} \end{aligned}$$

Es decir si se mantiene este modelo, el pronóstico para $t+1$ es igual a las expectativas pronosticadas en el periodo t (F_t) más el monto (β_{t-1}) explicado por la tendencia.

La idea de aplicar al modelo tendencial la atenuación exponencial obedece :

- A que el diferencial ($D_t - F_t$) puede ser usado para estimar

⁵ Las ecuaciones de "tendencia y pendiente bajo" el mecanismo de corrección de error " estarían dadas por :

$$L_t = F_{t-1} + \alpha * e_{t-1}$$

y

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \delta * e_{t-1}$$

las expectativas del valor del dato pronosticado (L_t) mediante el valor previo de F_t seleccionando un valor adecuado de la constante exponencial ($\alpha = 0 \dots 1$) :

$$L_t = F_t + \alpha * (D_t - F_t)$$

- Al modificarse las expectativas, L_t se utiliza para adecuar el valor de inclinación β_{t-1} :

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \delta * [(L_t - L_{t-1}) - \beta_{t-1}]$$

δ es un valor de la constante de atenuación de la tendencia con valores entre 0 y 1 (la experiencia práctica recomienda valores entre 0.10 y 0.30).

Siendo el pronóstico en $t+1$:

$$F_{t+1} = L_t + \beta_t$$

Generalizando para cualquier periodo $t+k$ en base a las condiciones observadas hasta el periodo t tenemos :

$$F_{t+k} = L_t + (k * \beta_t)$$

Cuadro 5.1.2.C ATENUACION EXPONENCIAL

ALFA = 0.9 Y BETA = 0.1

FRIJOL PRECIO MEDIO RURAL

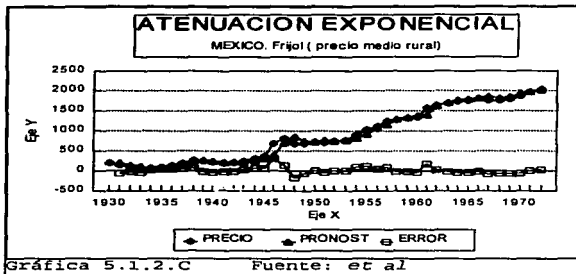
PRONOS-

	PRECIO	TENDENC	PENDIENT	TICO	
1930	1	192	192,00	0,00	
1931	2	126	157,05	-33,44	192,00
1932	3	105	168,06	-2,95	126,86
1933	4	61	202,45	-1,99	105,28
1934	5	69	251,16	16,31	61,49
1935	6	98	318,50	12,71	69,41
1936	7	140	381,34	17,47	98,51
1937	8	201	378,36	15,41	140,18
1938	9	255	363,33	-12,22	201,74
1939	10	222	468,32	10,25	255,86
1940	11	206	399,95	-5,55	222,81
1941	12	206	365,69	18,28	206,86
1942	13	251	353,01	-24,87	206,52
1943	14	301	847,35	62,82	251,44
1944	15	295	1008,97	37,42	301,10
1945	16	203	1008,34	47,25	295,60
1946	17	68	949,44	-42,16	203,99
1947	18	818	912,62	41,62	68,71
1948	19	688	944,77	37,00	818,64
1949	20	688	982,55	37,07	688,93
1950	21	722	1023,52	37,42	722,33
1951	22	705	1139,65	45,33	705,55
1952	23	740	1283,36	55,77	740,14
1953	24	773	1384,11	45,33	773,11
1954	25	890	1519,65	67,31	890,44
1955	26	1028	1569,86	65,92	1028,35
1956	27	1115	1618,71	60,78	1115,77
1957	28	1246	1651,23	60,78	1246,00
1958	29	1255	1861,07	75,69	1255,61
1959	30	1319	1965,34	78,27	1319,80
1960	31	1342	2067,08	78,27	1342,38
1961	32	1647	2094,29	73,21	1647,24
1962	33	1693	2145,45	68,61	1693,44
1963	34	1744	2125,55	58,19	1744,87
1964	35	1755	2213,07	58,19	1755,10
1965	36	1790	2132,84	33,07	1790,40
1966	37	1758	127,84	47,29	1758,86
1967	38	1758			1758,86
1968	39	1814			1814,49
1969	40	1801			1801,49
1970	41	1848			1848,79
1971	42	1916			1916,79
1972	43	2031			2031,09

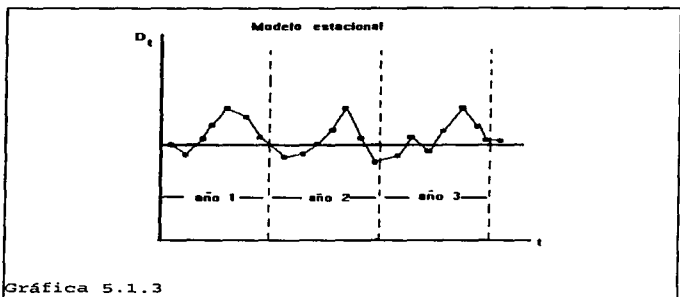
Fuente: Opus cit

	ERROR	EC	EA	EPA
1930	1			
1931	2			
1932	3	-66,00	4356,00	66,00
1933	4	-21,66	469,16	21,66
1934	5	-18,28	1465,10	38,28
1935	6	15,51	240,46	15,51
1936	7	40,49	1639,39	40,49
1937	8	52,34	2739,85	52,34
1938	9	67,82	4599,29	67,82
1939	10	56,26	3165,40	56,26
1940	11	-22,96	527,04	22,96
1941	12	-33,81	1143,32	33,81
1942	13	-13,86	191,97	13,86
1943	14	-9,61	92,40	9,61
1944	15	26,68	711,65	26,68
1945	16	61,90	3832,20	61,90
1946	17	73,86	5454,73	73,86
1947	18	299,40	89642,89	299,40
1948	19	122,01	14887,09	122,01
1949	20	-172,71	29827,93	172,71
1950	21	-56,64	3207,64	56,64
1951	22	-5,93	35,18	5,93
1952	23	-51,33	2634,49	51,33
1953	24	0,75	0,57	0,75
1954	25	3,89	15,15	3,89
1955	26	87,86	7718,77	87,86
1956	27	109,35	11956,50	109,35
1957	28	50,65	2565,79	50,65
1958	29	84,23	7093,94	84,23
1959	30	-19,00	360,91	19,00
1960	31	18,00	346,34	18,00
1961	32	-34,90	1217,76	34,90
1962	33	-169,62	27428,53	169,62
1963	34	31,76	1058,79	31,76
1964	35	-21,48	461,50	21,48
1965	36	-37,87	1434,40	37,87
1966	37	-51,10	2611,62	51,10
1967	T-38	-19,83	397,14	19,83
1968	39	-95,92	9199,79	95,92
1969	40	-56,89	3236,69	56,89
1970	41	-64,19	4120,65	64,19
1971	42	-67,49	4555,26	67,49
1972	43	10,21	104,18	10,21
		14,91	222,20	14,91

ECM	==	6612,88300
ECM(5)	==	2447,79900
EAM	==	57,88819
EAM(5)	==	42,73808
EAPM	==	14,75433
EAPM(5)	==	2,34062



5.1.3) Modelo estacional



Este modelo predictivo se aplica a series donde cada periodo menor a un año manifiesta un patrón estacional repetitivo cada año durante el mismo periodo (como es el caso de algunos periodos de venta e inflación).

El modelo predictivo también manifiesta una desviación con respecto a los datos reales (e_t).

En este caso incluiremos m = Número de periodos intraanuales o el número de periodos en que se divide las observaciones anuales (bimestral $m = 6$, trimestral $m = 4$, semestral $m = 2$, etc).

El modelo se manifiesta en términos de índices de estacionalidad S_1, S_2, \dots, S_m , los cuales son valores numéricos relativos que indican si los valores de los datos se encuentran por encima en cierto período estacional ($S_k > 1$) o por debajo ($S_k < 1$) en relación al valor base A en cada período $k = 1, 2, \dots, m$ dentro de cada año.

En este tipo de modelos lo más usual es la aproximación del modelo estacional multiplicativo, en el cual la expectativa del valor de cada dato en la estación k dentro de cada año es $A \cdot S_k$; así, si el valor para S_k se encuentra por arriba de la media uno la expectativa del valor para el dato a predecir se encuentra por encima de A. Es decir, el modelo estacional multiplicativo es un modelo en el cual la predicción de los datos durante cada estación del año es obtenida por la multiplicación del nivel base (A) por un índice de estacionalidad asociado (S_k).

El modelo estacional multiplicativo se describe algebraicamente como :

$$D_t = (A \cdot S_k) + e_t$$

e_t = error aleatorio con media = 0.

donde t se encuentra asociado al período de aplicación a k.
Siendo el pronóstico F igual a :

$$F_{t+n} = A \cdot S_k$$

NOTA : En el caso de precios agrícolas no se encontró una serie que presentará un patrón de comportamiento definido como en este caso. Por lo cual únicamente se dará un ejemplo.

Sin embargo puede encontrarse en una serie de precios eliminando la tendencia (restando los valores obtenidos por regresión lineal) y en algunos casos ciclicidad.

Los métodos más comunes en este caso son :

3.1. Método ingenuo : La regla simple en este caso consiste en predecir el valor de la serie en una estación del año con el valor tomado por la serie en esa misma estación el año anterior.

$$F_{t+1} = D_{t-3,1}$$

Cuadro 5.1.3.a. Método ingenuo

Año	Estación	Dato	Año	Estación	Pronóstico
1988	1	29	1989	1	29
1988	2	28.5	1989	2	28.5
1988	3	28	1989	3	28
1988	4	29.5	1989	4	29.5
1988	5	30	1989	5	30
1988	6	29	1989	6	29

3.2. Medias estacionales.: Es un método de estructura fija que define la predicción para cada período a partir de la media muestral de los períodos con idéntico componente estacional :

$$\bar{D} = \frac{T * A}{T} + \frac{\sum_{t=1}^T S_t}{T} + \frac{\sum_{t=1}^T e_t}{T}$$

de la expresión algebraica anterior podemos concluir que los dos últimos componentes tienden a cero, dado que el aporte de los componentes estacionales se compensan durante un año y e_t es ruido blanco .

Si esto lo calculamos para la media de los períodos que corresponden a la misma estación tendríamos :

$$\bar{D}_i = \frac{T_i * A}{T_i} + \frac{\sum_{t=1}^{T_i} S_{t(i)}}{T_i} + \frac{\sum_{t=1}^{T_i} e_{t(i)}}{T_i}$$

donde $i = 1, 2, \dots, s$ siendo T_i ($i=1, 2, \dots, s$) el número de observaciones correspondientes a la estación i -ésima y e_t la perturbación estocástica de un período correspondiente a la estación i -ésima.

La media estacional puede interpretarse como un estimador agregado del término constante y el componente estacional.

Siendo un estimador de componente estacional $\bar{D}_i - \bar{D}$ ($i=1, 2, \dots, s$) pudiéndose escribir la predicción como :

$$F_t = \bar{D} + (\bar{D}_i - \bar{D}) = \bar{D}_i$$

considerándose que el período $t+1$ corresponde a la estación i -ésima para los períodos extramuestrales :

$$F_{t+k} = \bar{D}_i$$

Ejemplo :

si $s = 4$ los periodos son trimestrales e $i = 40$ (número de observaciones totales de la muestra) entoces :

$$T_1 = T_2 = \dots = T_4 = 40 / 4 = 10 \text{ (que indica el no. de observaciones o datos disponibles por cada estación) .}$$

Para obtener el indice de la primera estación trimestral S_1 , se realizaría lo siguiente :

- a) Se suman todos los valores correspondientes al primer trimestre en la muestra.
- b) Se divide esta suma entre el no. total de observaciones de cada estación correspondiente.
- c) El pronóstico de cada estación corresponde al valor promedio por estación estimado.

Esto es, si se cuenta con una muestra trimestral de 40 valores, 10 corresponden a la primera estación, el pronóstico estaría dado por la sumatoria de estos 10 valores entre 10.

$$\begin{aligned} \text{Media estacional} &= (12+14+13+12+14+11+13+12+12+13) / 10 \\ &= 126 / 10 = 12.6 \end{aligned}$$

donde 12, 14, 13, 12, 14, 11, 13, 12, 12 y 13 son los valores muestrales representativos de la primera estación. En este caso, el pronóstico para cada período predictivo correspondientes a la primera estación tomara el valor de 12.6.

Una presentación alternativa vía modelo de regresión sería :

$$D_t = \beta_0 + \beta_1 V_{1t} + \beta_2 V_{2t} + \beta_3 V_{3t} + \dots + \beta_k V_{kt}$$

donde V_k es una variable ficticia que toma el valor de 1 cuando la observación corresponde a la estación i -ésima y 0 para las otras restantes, en la cual $\beta_i = S_i$ en $i = 1, 2, \dots, k$. Para su estimación tenemos que suponer $\beta_0 = 0$, para evitar multicolinealidad.

3.3 Modelo estacional con promedio móvil y atenuación exponencial

- 1.- En una parte intervalar de datos disponibles se estiman los parámetros A y los índices de estacionalidad S_k .
- 2.- Estimar en base a estos parámetros un pronóstico para el período t .
- 3.- Modificar los estimadores A y S_k despues de comparar F_t con los datos realmente observados en t (D_t) ; por medio de la

constante de atenuación α para A y γ para S_k .

4.- Evaluar los resultados obtenidos.

La experiencia y conocimiento del mercado marcan valores aproximados a 0.10 para las dos constantes de atenuación.

La mecánica de aplicación es exactamente la misma que en los otros casos de atenuación exponencial.

5.1.4) Modelo ciclico

Este tipo de modelos se centran en patrones oscilatorios entorno al valor base A.

$$D_t = A + C_t$$

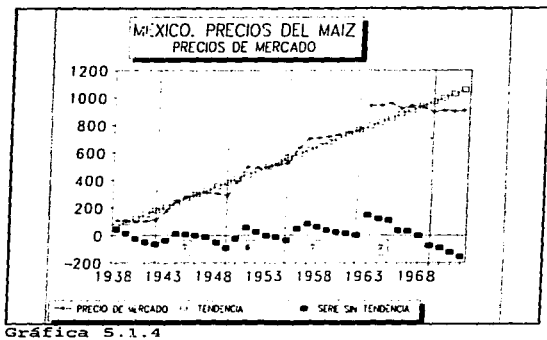
donde A también puede ser = (A + β t) en el caso de series de ciclo sobre una tendencia.

Los metodos más demandados son los de regularidad fija y ciclo promedio, en los cuales se identifica el tamaño promedio del ciclo en la base estadística.

4.1) Gráfico : Se identifica los ciclos y con ellos se enumera el número de períodos que abarca cada uno de los ciclos. Tomando como punto predictivo el promedio de períodos que abarca el total de ciclos identificados.

$$CP = \text{Sumatoria de períodos por ciclo} / \text{No}^\circ \text{ de ciclos.}$$

donde CP = Ciclo promedio.



Gráfica 5.1.4

¹Este método muestra de acuerdo a la gráfica 5.1.4 que los precios del maíz en México en el medio rural obedecen a ciclos promedio de

$$(7+7+7+6) \text{ años por ciclo} / 4 \text{ ciclos} =$$

$$27 / 4 = 6.75 \text{ años} = 6 \text{ años } 9 \text{ meses}$$

¹ En la gráfica anterior se muestran tres series, la primera representa la serie original de los precios del maíz en el medio rural en México, la segunda, la estimación de la tendencia de la primera serie por regresión lineal y la tercera serie es producto del residual de las dos anteriores siendo esta serie una depuración del patrón tendencia en la primera serie, destacando el patrón cíclico puro.

4.2) Ciclo promedio ponderado : Esta técnica consiste en un cociente de cada uno de los datos entre el valor base estableciendo A para identificar sus desviaciones ciclicas, el modelo base es :

$$D_t = A * C_r + e_t$$

donde C_r es el indice de ciclicidad promedio por el que hay que multiplicar a A, donde r es el número de períodos del ciclo promedio, $r= 1, 2, \dots, r$ (C en r guarda las mismas propiedades que S_k en las medias estacionales).

Siendo el pronóstico F_t :

$$F_t = A * C_r$$

Nota : Su estimación es similar a la de las medias estacionales.

Ejemplo:

Si los valores de los primeros períodos de cada ciclo muestral son : 4, 4.2, 4.5, 4.6 . y la media registrada en la muestra es de 5, entonces el indice seria igual a:

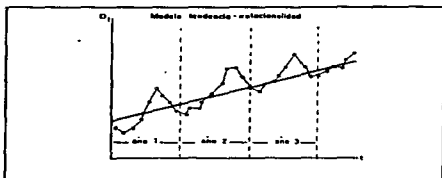
$IC = (\text{valores} / \text{No. de ciclos}) / \text{valor medio}$

$$IC = (4 + 4.2 + 4.5 + 4.6 / 4) / 5 = (17.3 / 4) / 5 = 4.325 / 5 = 0.865$$

El pronóstico para el primer período del ciclo estaría dado por :

$$F_t = 5 * 0.865 = 4.33$$

5.1.5) Modelo de tendencia-estacionalidad



Gráfica 5.1.5

Algunos patrones de datos muestran una estacionalidad sobre una línea de tendencia , en estos casos aplicar un modelo como el anterior orillaría a una subestimación.

Cuando la serie analizada establece un patrón de comportamiento compuesto por tendencia y un efecto estacional. El modelo multiplicativo de tendencia estacionalidad es el de aplicación adecuada ya que se expresa en términos del intercepto A y la inclinación de la tendencia (β) conjuntamente con los índices de estacionalidad S_1, S_2, \dots, S_m los cuales indican si los valores de expectativa de la serie se encuentran por encima o por debajo de la línea de tendencia en cada período 1, 2, ... m dentro de cada año.

Este modelo predictivo obtiene los datos por estación por medio de la multiplicación del monto en la línea de tendencia por el índice de estacionalidad asociado o por su suma según sea el caso.

El modelo de tendencia-estacionalidad para la predicción de un dato en el período t es descrito algebraicamente por :

$$D_t = [A + (\beta * t)] * S_k + e_t \quad (\text{en el caso del modelo multiplicativo})$$

o

$$D_t = [A + (\beta * t)] + S_k + e_t \quad (\text{en el caso aditivo})$$

y el pronóstico por :

$$F_{t,n} = [A + \beta * (t+n)] * S_k$$

o

$$F_{t,n} = [A + \beta * (t+n)] + S_k$$

donde $t+n$ corresponde a la estación k .

5.1) Tendencia lineal con variables ficticias : Es un modelo de estructura fija del siguiente tipo :

$$D_t = \beta_0 + \beta_1 * t + \gamma_1 V_{1t} + \gamma_2 V_{2t} + \dots + \gamma_k V_{kt} + e_t$$

donde V son variables ficticias que toman valores de 1 cuando el dato observado corresponde a la estación (V_1 toma valor de 1 cuando el dato corresponde a la primera estación) y un estimador de los índices de estacionalidad, igual que en las medias estacionales.

Para evitar multicolinealidad perfecta introducimos la siguiente restricción.

$$\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_k = 0$$

Donde se marca que el aporte del factor estacional es nulo dentro de un año, lo cual al introducirlo al modelo tenemos :

$$D_t = \beta_0 + \beta_1 * t + \gamma_2 (V_{2t} - V_{1t}) + \gamma_3 (V_{3t} - V_{1t}) + \dots + \gamma_k (V_{kt} - V_{1t}) + e_t$$

En la cual la estimación ya no presenta dificultades.

El pronóstico estaría dado por :

$$F_{t+k} = \beta_0 + \beta_1 * (t+k) + \gamma_i$$

donde t, k e i corresponden al periodo de predicción.

Cuadro 5.1.5.a. Tendencia lineal con variables ficticias

Indice de precios del frijol (1980 =100)

T	STfrij	D1	D2	D3	D4	D2-D1	D3-D1	D4-D1
1983,1	1	212,43	1	0	0	0	-1	-1
1983,2	2	360,17	0	1	0	1	0	0
1983,3	3	414,85	0	0	1	0	0	1
1983,4	4	497,73	0	0	0	1	0	1
1984,1	5	535,20	1	0	0	0	-1	-1
1984,2	6	716,77	0	1	0	0	1	0
1984,3	7	744,10	0	0	1	0	0	0
1984,4	8	804,27	0	0	0	1	0	1
1985,1	9	812,40	1	0	0	0	-1	-1
1985,2	10	1100,80	0	1	0	0	1	0
1985,3	11	1100,80	0	0	1	0	0	0
1985,4	12	1100,80	0	0	0	1	0	1

 Serie Trimestr.

	T	I. P. Trigo	predic.	Error	EC	EA	EAP
1983,1	1	212,43	-3159,71				
1983,2	2	360,17	-2046,36				
1983,3	3	414,80	-1802,49				
1983,4	4	497,73	-1717,00				
1984,1	5	539,20	-1122,65				
1984,2	6	716,77	-9,30				
1984,3	7	744,10	234,57	509,53	259617,09	509,53	68,48
1984,4	8	804,27	320,06	484,20	234452,60	484,20	60,20
1985,1	9	812,40	914,41	-102,01	10405,91	102,01	12,56
1985,2	10	1100,80	2027,76	-926,96	859259,62	926,96	84,21
1985,3	11	1100,80	2271,63	-1170,83	1370848,93	1170,83	106,36
1985,4	12	1100,80	2357,12	-1256,32	1578346,30	1256,32	114,13
1986,1	13	1100,80	2951,47	-1850,67	3424973,12	1850,67	168,12
1986,2	14	1726,00	4064,82	-2338,82	5470086,01	2338,82	135,51
1986,3	15	1726,00	4308,69	-2582,69	6670295,38	2582,69	149,63
1986,4	16	1726,00	4394,18	-2668,18	7119192,25	2668,18	154,59
1987,1	17	1726,00	4988,53	-3262,53	10644083,80	3262,53	189,02
1987,2	18	3488,30	6101,88	-2613,58	6830802,61	2613,58	74,92
1987,3	19	3570,30	6345,75	-2775,45	7703125,03	2775,45	77,74
1987,4	20	3790,50	6431,24	-2640,74	6973509,70	2640,74	69,67
1988,1	21	5397,47	7025,98	-1628,12	26500772,99	1628,12	30,16
1988,2	22	8366,80	8138,94	227,86	51920,48	227,86	2,72
1988,3	23	9281,40	8382,81	898,59	807465,17	898,59	9,68
1988,4	24	9330,77	8468,30	862,47	743849,98	862,47	9,24
1989,1	25	9321,40	9062,55	258,75	668594,12	258,75	2,78
1989,2	26	10607,70	10176,00	431,70	186366,39	431,70	4,07
1989,3	27	11028,20	10419,87	608,33	370067,51	608,33	5,52
1989,4	28	11072,60	10505,36	567,24	321763,25	567,24	5,12
1990,1	29	11175,23	11099,70	75,53	8704,68	75,53	0,67
1990,2	30	13518,87	12213,06	1305,81	1705138,42	1305,81	9,66
1990,3	31	13590,80	12456,93	1133,87	1285667,57	1133,87	8,34
1990,4	32	13617,93	12542,42	1075,52	1156735,10	1075,52	7,90
1991,1	33	13699,73	13136,76	566,97	316935,72	566,97	4,11
1991,2	34	15057,07	14250,12	806,95	651169,22	806,95	5,36
1991,3	35	15742,23	14493,99	1248,25	1558121,16	1248,25	7,93
1991,4	36	16085,90	14579,48	1506,42	2269313,12	1506,42	9,36
1992,1	37	16085,90	15173,82	912,08	831886,62	912,08	5,08
1992,2	38	16261,63	16287,18	-25,54	652,38	25,54	0,16
1992,3	39	16444,17	16531,05	-86,88	7547,85	86,88	0,53
1992,4	40	16471,20	16616,53	-145,33	21122,25	145,33	0,88

Fuente: Opus cit

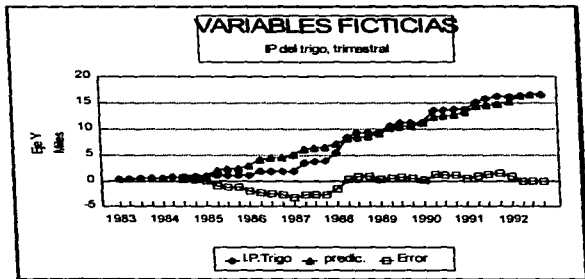
Por MCO

$$\text{Fri}_{ij} = -3454.5479 + (509.26473 \cdot T) + (389.66318 \cdot (D2-D1)) + \\ (124.26845 \cdot (D3-D1)) + (-299.50633 \cdot (D4-D1))$$

S1=-214,43
S2=389,66
S3=124,27
S4=-299,51

A=-3454,55
B= 509,26

ECM=2443231,44
CM(4)=213302,28
EAM=1279,36
EAM(4)=292,46
EAPM=52,93
EAPM(4)=1,81



Gráfica 5.1.5.a

Fuente: Opus cit

5.2) Método de descomposición : Es un método de estructura fija, identificando al patrón (tendencia - estacionalidad) proyectándolo para dar lugar a la predicción. Consta de las siguientes etapas :

a) Estimación de la tendencia por medias móviles : Se calcula el valor de la media móvil de longitud k, asignando cada valor de la media al período que es el centro de la misma $t - (k-1)/2$.En caso de longitud par se aplica una media móvil centrada.

b) Estimación de los componentes estacionales : con

$\hat{S}_t + \hat{e}_t = Dt - T_t$ (donde T representa la tendencia) a continuación , se calcula para cada estación los valores medios correspondientes a los valores obtenidos, mediante :

$$\bar{S}_i = \frac{\sum_{t \in T_i} (\hat{S}_t + \hat{e}_t)}{T_i} \quad (B.1)$$

en el cual $i=1,2,\dots,k$.

$\sum_{t \in T_i}$ indica que la sumatoria se extiende a todos los valores correspondientes a la estación i-ésima. Y $T_i =$ al número de períodos de dicha estación.

Posteriormente se estima la media de los valores obtenidos

en (B.1) :

$$\bar{S} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \overline{S_i} \quad (B.2)$$

Si el valor de la media de S es cero o próxima a cero, la estimación del componente estacional es dada por B.1, en caso contrario se determina por :

$$\hat{S}_i = \overline{S_i} - \bar{S}$$

C) Obtención de la serie desestacionalizada :Aquí se eliminan los componentes estacionales restándolos de la serie :

$$T_i^{(2)} = D_i - \hat{S}_i \quad i=1,2,\dots,k$$

a esta nueva serie se le conoce como " serie desestacionalizada ".

D) Estimación de la tendencia lineal : Se realiza bajo el modelo :

$$T_i^{(2)} = A + \beta * t$$

vía MCO , obteniendo :

$$\hat{Tt} = \hat{A} + \hat{\beta} * t$$

E) Cálculo de pronóstico ,bajo el modelo :

$$F_{t+k} = \hat{T}_{t-k} + \hat{S}_i = A + \hat{\beta} * (t+k) + \hat{S}_i$$

Cuadro 5.1.5.b Método de descomposición

IP del trigo (1980=100)

Indice	Precio	Serie	Suma de	suma de	Promed	Indice	Serie
Trigo	Trimestral	4 trimt	2 trimt	móvil	Estac	Deses	Especf.
1983,01	193,20						
1983,02	193,20	212,43					
1983,03	250,90						
1983,04	250,90						
1983,05	414,60	360,17					
1983,06	414,80		1485,13				
1983,07	414,80						
1983,08	414,80	414,80		3297,03	412,13	1,01	400,93
1983,09	414,80		1811,90				
1983,10	414,80						
1983,11	539,20	497,73		3980,40	497,55	1,00	517,57
1983,12	539,20		2168,50				
1984,01	539,20						
1984,02	539,20	539,20		4666,30	583,29	0,92	594,90
1984,03	539,20		2497,80				
1984,04	662,10						
1984,05	744,10	716,77		5302,13	662,77	1,08	653,18
1984,06	744,10		2804,33				
1984,07	744,10						
1984,08	744,10	744,10		5881,87	735,23	1,01	719,22

IP trigo	S. tram. 4 trim.	suma2	P Movil Iestac S desest.			
1984,09 744,10		3077,53				
1984,10 788,00						
1984,11 812,40	804,27	6539,10	817,39	0,98	836,32	
1984,12 812,40		3461,57				
1985,01 812,40						
1985,02 812,40	812,40	7279,83	909,98	0,89	896,32	
1985,03 812,40		3818,27				
1985,041100,80						
1985,051100,80	1100,80	7933,07	991,63	1,11	1003,14	
1985,061100,80		4114,80				
1985,071100,80						
1985,081100,80	1100,80	8518,00	1064,75	1,03	1064,00	
1985,091100,80		4403,20				
1985,101100,80						
1985,111100,80	1100,80	9431,60	1178,95	0,93	1144,67	
1985,121100,80		5028,40				
1986,011100,80						
1986,021100,80	1100,80	10682,00	1335,25	0,82	1214,51	
1986,031100,80		5653,60				
1986,041726,00						
1986,051726,00	1726,00	11932,40	1491,55	1,16	1572,87	
1986,061726,00		6278,80				
1986,071726,00						
1986,081726,00	1726,00	13182,80	1647,85	1,05	1668,30	
1986,091726,00		6904,00				
1986,101726,00						
1986,111726,00	1726,00	15570,30	1946,29	0,89	1794,78	
1986,121726,00		8666,30				
1987,011726,00						
1987,021726,00	1726,00	19176,90	2397,11	0,72	1904,28	
1987,031726,00		10510,60				
1987,043324,30						
1987,053570,30	3488,30	23085,70	2885,71	1,21	3178,82	
1987,063570,30		12575,10				

IP trigo	S, trim.	4 trim.	suma2	P Movil	Testac	S desest
1987,073570,30						
1987,083570,30	3570,30		28821,67	3602,71	0,99	3450,94
1987,093570,30		16246,57				
1987,103570,30						
1987,113570,30	3790,50		37371,63	4671,45	0,81	3941,55
1987,124230,90		21125,07				
1988,014455,10						
1988,025854,00	5397,47		47961,23	5995,15	0,90	5954,99
1988,035883,30		26836,17				
1988,047224,60						
1988,058619,00	8366,80		59212,60	7401,58	1,13	7624,51
1988,069256,80		32376,43				
1988,079293,80						
1988,089265,90	9281,40		68676,80	8584,60	1,08	8971,10
1988,099284,50		36300,37				
1988,109349,50						
1988,119321,40	9330,77		74841,63	9355,20	1,00	9702,59
1988,129321,10		38541,27				
1989,019321,40						
1989,029321,40	9321,40		78829,33	9853,67	0,95	10284,24
1989,039321,40		40288,07				
1989,049834,10						
1989,0510994,50	10607,70		82317,97	10289,75	1,03	9666,60
1989,0610994,50		42029,90				
1989,0710994,50						
1989,0811017,50	11028,70		85913,63	10739,20	1,03	10659,50
1989,0911072,60		43883,73				
1989,1011072,60						
1989,1111072,60	11072,60		90678,63	11334,83	0,98	11513,83
1989,1211072,60		46794,90				
1990,0111072,60						
1990,0211017,20	11175,23		96152,40	12019,05	0,93	12329,56
1990,0311435,90		49357,50				

IP trigo	S. trim.	4 trim.	suma2	P	Movillestac	S	desest
1990,0413482,90							
1990,0513482,90	13518,47		101260,33	12657,54	1,07	12319,49	
1990,0613590,80		51902,83					
1990,0713590,80							
1990,0813590,80	13590,80		106330,17	13291,27	1,02	13136,43	
1990,0913590,80		54427,33					
1990,1013590,80							
1990,1113631,50	13617,93		110392,87	13799,11	0,99	14160,59	
1990,1213631,50		55965,53					
1991,0113672,40							
1991,0213713,40	13699,73		114082,50	14260,31	0,96	15114,82	
1991,0313713,40		58116,97					
1991,0414262,00							
1991,0515431,50	15057,07		118701,90	14837,74	1,01	13721,23	
1991,0615477,70		60584,93					
1991,0715555,10							
1991,0815601,80	15742,33		123556,03	15444,50	1,02	15215,94	
1991,0916069,80		62971,10					
1991,1016069,80							
1991,1116085,90	16085,50		127146,77	15893,35	1,01	16726,90	
1991,1216102,00		64175,67					
1992,0116102,00							
1992,0216102,00	16085,90		129053,27	16131,66	1,00	17747,46	
1992,0316053,70		64877,60					
1992,0416005,50							
1992,0516389,70	16261,63		130140,50	16267,56	1,00	14818,93	
1992,0616389,70		65262,90					
1992,0716471,60							
1992,0816471,60	16444,17						
1992,0916389,30							
1992,1016471,20							
1992,1116471,20	16471,20						

Fuente: *et al* y anuarios agrícolas.

Indice de Estacionalidad

Trimestre	Suma	prom/9	estac. tipico
1,00	8,10	0,90	0,91
2,00	9,80	1,09	1,10
3,00	9,24	1,03	1,03
4,00	8,59	0,95	0,96
suma			3,97
factor de ajuste			1,01

T	Serie						
	Trimes	Serie	Ds.Pronóst	Error	EC	EA	EAP
1	414,80	400,93	-2607,04	3021,83	9131514	3021,83	728,51
2	497,73	517,57	-2126,33	2624,05	6885688	2624,05	527,20
3	539,20	594,90	-1695,91	2235,11	4995718	2235,11	414,52
4	716,77	653,18	-792,49	1509,25	2277856	1509,25	210,56
5	744,10	719,22	-368,70	1112,80	1238330	1112,80	149,55
6	804,27	836,32	-45,73	849,99	722496	849,99	105,69
7	812,40	896,32	265,04	547,35	299602	547,35	67,38
8	1100,80	1003,14	1581,64	-480,84	231210	480,84	43,68
9	1100,80	1064,00	1869,63	-768,83	591106	768,83	69,84
10	1100,80	1144,67	2034,86	-934,06	872476	934,06	84,85
11	1100,80	1214,51	2225,99	-1125,19	1266057	1125,19	102,22
12	1726,00	1572,87	3955,77	-2229,78	4971904	2229,77	129,19
13	1726,00	1668,30	4107,97	-2381,97	5673784	2381,97	138,01
14	1726,00	1794,78	4115,45	-2389,46	5709515	2389,46	138,44
15	1726,00	1904,28	4186,94	-2460,94	6056242	2460,94	142,58
16	3488,30	3178,82	6329,91	-2841,61	8074747	2841,61	81,46
17	3570,30	3450,94	6346,30	-2776,01	7706216	2776,01	77,75
18	3790,50	3941,55	6196,05	-2405,55	5786691	2405,55	63,46
19	5397,47	5954,99	6147,89	-750,42	563142	750,43	13,90

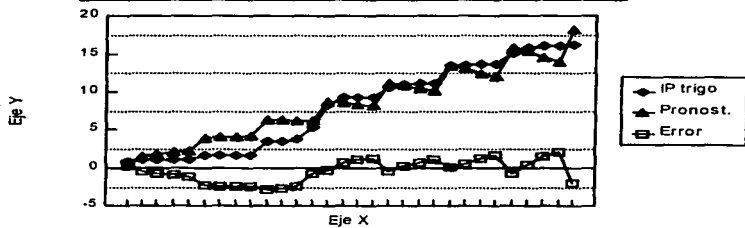
	Serie	trim.	Serie	Dr.	Pronóst	Error	EC	EA	EAP
20	8366,80		7624,51		8704,04	-337,24	113733	337,24	4,03
21	9281,40		8971,10		8584,64	696,75	485469	696,76	7,51
22	9330,77		9702,59		8276,64	1054,11	1111163	1054,12	11,30
23	9321,40		10284,24		8108,84	1212,55	1470288	1212,55	13,01
24	10607,70		9666,60		11078,18	-470,47	221348	470,48	4,44
25	11028,20		10659,50		10822,98	205,21	42115	205,22	1,86
26	11072,60		11513,83		10357,24	715,35	511734	715,36	6,46
27	11175,23		12329,56		10069,80	1105,43	1221990	1105,44	9,89
28	13518,87		12319,49		13452,31	66,55	4430	66,56	0,49
29	13590,80		13136,43		13061,32	529,48	280352	529,48	3,90
30	13617,93		14160,59		12437,84	1180,09	1392621	1180,09	8,67
31	13699,73		15114,82		12030,75	1668,98	2785512	1668,98	12,18
32	15057,07		13721,23		15826,44	-769,37	591941	769,38	5,11
33	15742,23		15215,94		15299,65	442,57	195877	442,58	2,81
34	16085,90		16726,90		14518,43	1567,46	2456948	1567,47	9,74
35	16085,90		17747,46		13991,70	2094,20	4385677	2094,20	13,02
36	16261,63		14818,93		18200,58	-1938,94	3759502	1938,94	11,92

ECM	=	2309431
ECM(4)	=	2699501
EAM	=	1262,253
EAM(4)	=	1510,797
EAPM	=	46,96897
EAPM(4)	=	9,3745

Nota: la R cuadrada para este ejercicio fue de 0.926 realizando mínimos cuadrados ordinarios.

METODO DE DESCOMPOSICION

Ind. de precios del trigo. 1980=100



Gráfica 5.1.5.b Fente: Opus cit.

5.3) Alisado exponencial de Holt-Winters :

Es un método de estructura variable basado en la reestimación a lo largo de todos los periodos muestrales de la tendencia, pendiente y estacionalidad mediante ecuaciones de actualización, bajo el supuesto de linialidad local .

Las ecuaciones de actualización son :

$$\hat{T}_t = \alpha [D_t - \hat{S}_1 * (t-1)] + (1-\alpha) [\hat{T}_{t-1} + \hat{\beta} * (t-1)]$$

$$\hat{\beta}_t = \delta [\hat{T}_t - \hat{T}_{t-1}] + (1-\delta) * \hat{\beta} * (t-1)$$

$$\hat{S}_1 (t) = \gamma [D_t - \hat{T}_t] + (1-\gamma) * \hat{S}_1 * (t-1)$$

siendo el pronóstico F :

$$F_{t+k} = \hat{T}_{t+k} + \hat{\beta} * (t+k) + \hat{S}_1 (t+k)$$

Esto, también puede ser expresado en términos del mecanismo de corrección de error :

$$\hat{T}_t = \hat{T}_{t-1} + \hat{\beta} * (t - 1 + \alpha e_{t-1}$$

$$\hat{\beta}_t = \hat{\beta}_{t-1} + \alpha \delta e_{t-1}$$

$$\hat{S}_1 (t) = \hat{S}_1 (t-1) + \gamma (1-\alpha) e_{t-1}$$

5.2.1) Modelos econometricos y de simulación

Los modelos causales surgen como una crítica a los modelos estacionarios y los puramente extrapolativos univariantes, sugiriendo la escasa estacionareidad del entorno económico , dado que se sostiene que es debido a las constantes transformaciones por lo que surge la necesidad del pronóstico ,ya que de lo contrario el futuro únicamente sería una extensión del presente y la predicción sería un desecho más.

Estos se basan en que los cambios de la actividad económica puede ser explicados por un juego de relaciones entrè variables económicas , tornandose en una rama de la economía aplicada llamada econometria (del griego " econo " y " metros " : medición económica).

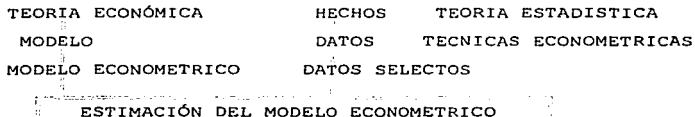
La econometria es la ciencia que explica la actividad económica pasada y predice su futuro entorno deduciendo ecuaciones matemáticas que expresan la relación reciproca más probable entre un juego de variables económicas , identificando y midiendo sus relaciones cambiantes de causa y efecto.

Los econometristas proceden a predecir el curso futuro de una o más de estas variables sobre la base de relaciones establecidas, de acuerdo con la teoría económica y el análisis estadístico. Considera que el mejor modelo es un arreglo matemático de una o varias ecuaciones, que sean capaces de abstraer simplificadamente una situación económica real capaz de crear un sistema predictivo

y cuantificable en sus resultados.

El elemento central es el aportado por la teoría económica que brinda y construye teóricamente modelos simplificados de la realidad económica deduciendo ciertas leyes que describan regularidades de esta área , cuando estos modelos son expresados cuantitativamente son conocidos como " modelos econométricos " . Para ello se requiere recopilar elementos de la realidad en base a almacenamiento y organización de las series estadísticas o elementos de que brinden apoyo al análisis de estas.

5.2) ORGANIGRAMA



En el organigrama anterior observamos el desarrollo para la estimación de un modelo econométrico en el que ciertas magnitudes llamadas parámetros , son estimados sobre la base de los datos relevantes . El modelo estimado da una forma de medir y probar las relaciones que surgen de la teoría económica . Definiendo a la econometría como la rama de la economía aplicada que se ocupa de la estimación práctica de las relaciones

económicas , apropiandose de elementos de la teoría económica incorporandolos en un modelo econométrico, como hechos sintetizados por la información relevante analizandolos via teoría estadística y más pronpiamente técnicas econometricas .

Un modelo econométrico se encuentra representado como

$$Y_t = \alpha + \beta_i X_i + e_t$$

Donde

Y_t = Representa la o las variables exógenas sujetas a pronóstico.

α = La constante o intercepto al eje yy'.

β_i = Son los coeficientes estimados que miden el impacto promedio de una variación unitaria de las variables X_i en Y .

X_i = Representa las variables explicatorias del comportamiento de la variable exógena.

e_t = La variable aleatoria estocastica expresa una serie de imperfecciones tales como :

- a) Variables omitidas.
- b) Mala especificación funcional del modelo.
- c) Medición imprecisa en las variables.
- d) Aleatoriedad en las variaciones estadísticas.

Otro punto fundamental en estos modelos es la presencia de supuestos que le dan origen y las propiedades de los estimadores por ellos obtenidos.

Supuestos del modelo de regresión lineal².

a) $E(\mu_i) = 0$.

La media de los errores es igual a cero.

b) $Var (\mu_i) = E (\mu_i^2) = \sigma^2$ (Homocedasticidad)

La varianza se mantiene constante para cada uno de los períodos de la muestra.

c) $Cova (\mu_j \mu_i) = E [(\mu_i - E (\mu_i)) (\mu_j - E (\mu_j))] = 0$
(ausencia de correlación serial)

Los errores de cada periodo obtenidos por el modelo no se encuentran asociados entre sí.

Propiedades de los estimadores.

a) Insesgadez : En muestras repetidas el parámetro estimado se aproxima al poblacional.

$$E (\hat{\beta}) = \beta$$

b) Eficiencia : Minimización de la varianza.

$Var (\hat{\beta}) =$ tiende a ser la más pequeña posible.

² Si se desea mayor información sobre el desarrollo de estos conceptos se recomienda consultar autores como Gujarati, Intriligator, Pindik, Jhonston, etc; en sus textos de econometría.

c) Consistencia :

$$\lim_{n \rightarrow N} \text{Prob} (| \hat{\beta} - \beta | < \delta) = 1 \text{ para cualquier } \delta > 0$$

d) Suficiencia : Brindar un indicador que describa apropiadamente las características de la población.

Una vez mencionados estos supuestos, cuya violación puede acarrear graves errores en la precisión del modelo, mencionaremos algunos problemas que se pueden encontrar en los datos estadísticos antes de entrar propiamente el modelo.

Problemas con los datos

- a) Problema de los grados de libertad .Insuficiente no. de observaciones muestrales.
- b) Problema de multicolinealidad.Las variables propende a exhibir las mismas tendencias.
- c) Problema de correlación serial.Dependencia del término de perturbación estocástica de un periodo con respecto a otro.
- d) Cambio estructural.Cambio discontinuo en el mundo real.
- e) Errores de medición.

Pronóstico econométrico.

El Pronóstico econométrico se encuentra fundamentado en ecuaciones de la forma reducida

$$Y_t = Y_{t-1} \Pi_1 + Z_t \Pi_2 + \mu_t$$

donde Y_t es el vector de G variables endógenas a ser pronosticado; Z_t es un vector de k variables exógenas y predeterminadas.

La predicción o estimación de este modelo

$$\hat{Y}_{t-1} = Y_t \hat{\Pi}_1 + \hat{Z}_{t-1} \hat{\Pi}_2 + \hat{\mu}_{t-1}$$

Este modelo en general representa la estructura de todo modelo econométrico predictivo, se considera compuesto por dos componentes sistemáticas y un componente determinado por el juicio del investigador.

El primer componente sistemático $Y_{t-1} \hat{\Pi}_1$, indica la dependencia sobre los valores corrientes de las variables endógenas, que son ponderados por los coeficientes estimados en $\hat{\Pi}_1$. Este término resume la dependencia sistemática de cada una de las variables endógenas sobre los valores previos de todas las variables endógenas, debido a factores tales como correlación parcial, procesos de crecimiento constantes o fenómenos de desfases

distribuidos, un tipo de predicción de persistencia de los patrones establecidos por la serie.

El segundo componente sistemático es \hat{Z}_{t-1} , \hat{U}_t que depende de la predicción sobre los valores futuros de las variables exógenas \hat{Z}_{t-1} y de los coeficientes estimados \hat{U}_t , donde \hat{Z}_{t-1} son predicciones exógenas al modelo.

El tercer componente, es el componente determinado por el juicio del investigador $\hat{\mu}_{t-1}$, llamado también " factores aditivos ", que pueden ser interpretados como estimaciones de los valores futuros de los términos de perturbación estocásticos (que consideran todos los factores omitidos explícitamente o también se puede generar por consideraciones propias del investigador con respecto al comportamiento observado en μ en la serie muestral).

Ventajas del uso del modelo econométrico

- Ofrece una útil estructura para considerar diversos factores (relaciones de valores entre variables relacionadas y a ser pronósticadas).
- Permite la consideración amplia de factores ya sean sistemáticos y/o de juicio.
- Ofrece consistencia en las predicciones de variables relacionadas ya que obedece a un modelo e identidades.
- Ofrece la posibilidad de analizar en forma relativa cada uno de los componentes de la predicción en forma individual.
- Es factible la repetición de la predicción (pronósticos ex-

post).

- Posee buenos antecedentes en precisión predictiva.

Modelos de pronóstico de precios agrícolas

El primer paso es la representación expresada algebraicamente del modelo, siendo este, una abstracción selectiva y simplificada del mercado sujeto a estudio en términos de las variables consideradas y su relación entre ellas, todo ello bajo la guía de la teoría económica y algunas otras consideraciones marcadas por la experiencia, desarrollando escenarios alternativos sobre decisiones varias o posibles eventos exógenos. Así tenemos dos puntos centrales :

- a) Un buen conocimiento teórico del problema y
- b) Un buen uso de los elementos econométricos.

Pasos de la modelación econométrica

Consta de los siguientes puntos,

- Especificación.
- Estimación.
- Validación.
- Aplicación.

La tarea de construcción del modelo es atendida por :

- a) Especificación, que desarrolla la selección de variables y su disponibilidad estadística, así, como su relación hipotética

entre ellas.

- b) Manipulación y recolección de datos.
- c) Estimación de los parámetros que denoten la relación entre las variables y la validación del modelo, dada por la potencialidad del modelo de reflejar los fenómenos de la realidad.

Una vez aprobados estos pasos aceptándose el modelo, se procede a su aplicación; la aceptación de esta versión del modelo es temporal, ya que esta sujeta a las transformaciones económicas del mercado sujeto a estudio o de las estructuras teóricas que lo fundamentan.

" En modelos de mercados agrícolas la relación entre variables es poco controversial sin embargo existen diferencias en el énfasis dado a alguna de ellas, y ello puede llevar a diferentes conclusiones de acuerdo a las convicciones del interesado o en el grado de generalización del problema " ³.

Un ejemplo de estos modelos sería:

$$S_t = f (P_t, A_t, F_t, H_t, W_t)$$

$$D_t = g (P_t, X_t, Y_t, T)$$

$$I_t = I_{t-1} + S_t - D_t$$

$$P_t = h (I, D_t)$$

S_t = Oferta (Producción+Exportaciones-Importaciones).

D_t = Demanda (Consumo).

I_t = Inventario (= Oferta - Consumo).

³ HALLAM, David: " Econometric modelling of agricultural commodity markets ".
Routledge Great Britain, pag. 11.

P_t = Precio de mercado.
 A_t = Precio en el mercado de productos alternativos(indice).
 F_t = Precio de los factores de producción (indice).
 H_t = Tecnología (Número de tractores).
 W_t = Clima.
 X_t = Bienes sustitutos (trigo y frijol).
 Y_t = Ingreso (PIB).
 T = Pruebas o factores tecnológicos que afectan la demanda.
 I_{t-1} = Inventario en un periodo anterior.

Para su realización la disponibilidad de datos pueden brindar algunos problemas debido a la variabilidad de las series que en ocasiones no corresponden en diferentes periodos, otro caso esta dado por las variables no medibles y otras más por ocultamiento por razones administrativas o financieras, a lo que debemos agregar deficiencias en los propios datos (cambios de base, de criterios de definición o medición , o metodología de elaboración).

La estimación de los parámetros de estos modelos esta sujeta a la transformación y manipulación adecuada de las variables disponibles o auxiliares, y los métodos econométricos aplicados de acuerdo a las violaciones de sus supuestos, el sesgo que ello represente , así como a su complejidad y/o costo.

La validación esta dada primordialmente por sus resultados o en un momento dado por pruebas de evaluación estadística (R^2 , t , F), o por una simulación histórica generada por predicciones *ex post*.

Se debe ascantar también que la construcción del modelo debe ser

lógica y consistente acerca de las relaciones en los mercados, además los pronósticos de mercado deben ser de corto a mediano plazo para evitar un efecto negativo por la predicción de variables exógenas que pueden provocar una ruptura del modelo; ya que de acuerdo a los supuestos establecidos para fijar el valor futuro de la variables exógenas puede aportar diversos escenarios.

La descripción estadística toma como base un modelo de reproducción estilizada de los rasgos distintivos de los procesos reflejados en los datos de las variables, denotando su componente sistemático y uno estocástico, donde los parámetros estadísticos miden la dirección y magnitud de la relación entre las variables de interés .

El componente sistemático refleja suposiciones e hipótesis de la construcción del modelo concernientes a la introducción de las variables de interés en su determinación o interrelación, determinado típicamente por la teoría económica o información apriori, cuando la información es limitada o inexistente puede basarse en especulaciones derivadas de la exploración analítica de los datos (análisis de rezagos) .

La especificación del modelo representa una abstracción e interpretación selectiva, guiada por la teoría económica y otras consideraciones apriorísticas relevantes de la apariencia actual de los procesos reflejados en los datos.

El componente estocástico refleja la imposibilidad de que unas cuantas variables pueden reflejar o determinar totalmente el

valor de las variables de interés dependientes, ya que algunas variables posibles son cuantitativamente insignificantes su adición, y otras son realmente incomensurables o son de efectos puramente aleatorios, todo ello expresado por el término de perturbación aleatorio.

Aplicación del modelo econométrico.

El modelo propuesto para la predicción de los precios del maíz⁴ es:

$$LP = C + LR + LPRO + LC + LPTRI + LPEUA$$

donde:

L = logaritmo en la serie.

P = Precios del maíz.

R = Rendimiento (toneladas por hectárea).

PRO = Producción de maíz.

C = Consumo nacional de maíz.

PTRI = Precios del trigo.

PEUA = Precios del maíz en EUA.

De acuerdo a este modelo el precio del maíz en México se encuentra definido por el lado de la oferta por la cuantía de la oferta misma (producción), la productividad en este producto (rendimiento) y los precios del mercado internacional (precio

⁴ La aplicación de logaritmos para las series usadas en este caso dan el efecto de linealizar el modelo, ya que este obedece a una forma exponencial.

del maíz en EUA). Por el lado de la oferta tenemos : La demanda misma (consumo nacional de maíz) y el precio de los bienes sustitutos (en este caso el trigo)⁵.

Presentación de resultados

NOTA: Los valores estimados para los coeficientes son producto del paquete SPSS.

LP =	-2.88	+ 0.060	LR +	0.232	LPRO +	0.16	LC +	0.876	LPTRI +	0.215	LPEUA
SE	(0.33)	(0.228)	(0.245)	(0.24)	(0.054)	(0.07)					
sig t	(0.00)	(0.793)	(0.35)	(0.517)	(0.001)	(0.01)					

$R^2 = 0.99$ R^2 ajustada = 0.989 $F = 1119.394$

Los resultados obtenidos demuestran la eficacia del modelo en la simulación de los precios del maíz, al explicarlos en un 99 %, lo cual es ratificado por el alto valor de la prueba F la cual mide la significancia global del modelo⁶.

Se debe señalar que la variable que contiene los precios del trigo es muy escasamente significativa⁷ y que obtuvo un valor positivo en su coeficiente contrario al valor definido como

⁵Este tipo de modelos puede incluirse en muchos casos valores rezagados de la misma variable dependiente como parte de las variables independientes incluidas.

⁶Se considera aceptable el valor de F si sobrepasa el valor de 6.35 al 95 % de nivel de confianza.

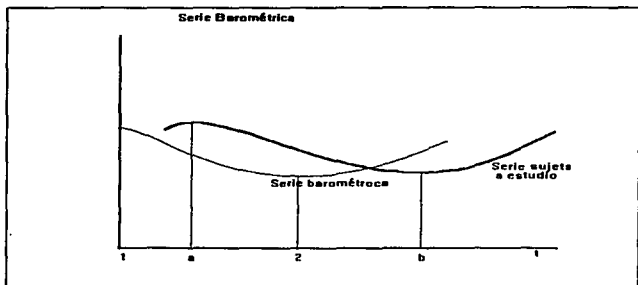
⁷Este nivel de significancia para cada variable es dado por la prueba t.

negativo por la teoría, sin embargo se decidió incluirla en el modelo dado que no existían motivos teóricos para eliminarla no obstante las pruebas estadísticas realizadas.

5.3.1) Técnicas Barométricas

Podemos señalar que, mientras los métodos cándidos de pronóstico en series de tiempo, ven el futuro pronosticado como una extensión de los elementos o datos estadísticos observados en el pasado, las técnicas barométricas se basan en la idea de que la posibilidad de que el hecho futuro puede establecerse a partir de ciertos sucesos en lo presente.

Este, supone que el uso de indicadores estadísticos seleccionados empleados en combinación técnica, proporciona una indicación de la dirección en que puede dirigirse la economía. Comúnmente se emplean dos aplicaciones : Las series anticipadas y los índices de presión.



Gráfica 5.3.1

En la gráfica anterior (5.3.1) podemos observar como la serie barométrica (SB) describe un comportamiento replica de la variable sujeta (SS) a estudio, con la diferencia de un rango de tiempo, por lo cual si observamos el comportamiento de la variable SB se podrá anticipar la evolución de SS. En el tiempo 1 la variable SB se encuentra en la cuspide que SS presentará en el tiempo a, siendo la diferencia anticipada en el tiempo la diferencia entre el tiempo 1 y el tiempo a, igualmente el punto 2 que en SB es el punto más bajo responde al punto b en SS.

a) Series anticipadas o indicadores oportunos

Implica la observación de las series de variables líderes en el mercado en el presente, que pueden ofrecer un indicio de información sobre movimientos de otras variables en momentos futuros próximos, considerándose como una técnica de pronóstico de corto plazo y de índole complementaria a otros artificios predictivos.

Estadísticamente denotaríamos a este proceso como :

$$Y_t = f (X_{t-\theta})$$

donde la variable de interés Y en el período t se encuentra relacionada a la variable X en el período previo (t-θ) funcionando como indicador líder o anticipado.

El pronóstico estaría dado por :

$$F_{t+k} = f (X_{t-k-\theta})$$

Este método se considera complementario a la determinación de puntos de inflexión de las series.

b) Indices de presión

Son mediciones de proporción y diferencia entre indicadores

relevantes por su relación con la variable de interés, con la finalidad de avisar acontecimientos inminentes o cambios en la dirección futura de esta variable. Considerándose un método complementario a otros.

Combina el concepto de indicadores líderes con el de cambios porcentuales en las series.

Su proceso consiste en medir la relación de cambio de una serie con respecto a otra, buscando superar las posibles relaciones imperfectas entre las series (es decir, una relación diferente a uno).

Estos indicadores se construyen como :

$$IP = IL\% / ST\% \quad \text{o} \quad IP = IL / ST$$

IP = Indices de presión.

IL = Indicadores líderes.

ST = Serie de tiempo a pronósticar.

Los porcentajes indican cambios proporcionales.

Conclusiones

La primer conclusión a la cual podemos arribar es la relativa a las fuentes y las limitantes de toda predicción. Ya que todo pronóstico requiere del estudio de una serie de observaciones con las cuales poder establecer el patrón de comportamiento de las variables estudiadas.

Sin embargo, debemos señalar que la o las series de observaciones presentan graves dificultades para el pronosticador, ya que complican la realización de una predicción adecuada, dado que en ocasiones las series de datos no se encuentran construidas o disponibles, reatrazando la elaboración y precisión dado que las fuentes son variadas y en varias ocasiones no compatibles ya que obedecen a criterios de elaboración diferentes y es imposible en ocasiones su homologación. En otras ocasiones los datos se encuentran con graves errores de construcción y contabilidad presentando patrones inexplicables. En otras circunstancias aún más graves los datos se encuentran ausentes o limitados a periodos muy cortos de tiempo.

Los pronósticos como señalamos proceden de las necesidades de un mundo crecientemente complejizado e inestable, presa de la incertidumbre, donde todos los agentes económicos buscan las mejores condiciones que salvaguarden sus inversiones e intereses monetarios y económicos, por lo cual todo tipo de información que

brinde un margen de seguridad es bienvenido e incluso demandado. Otro punto fuente de estos métodos indirectos para obtener información es el creciente manoseo de las cifras estadísticas las cuales han perdido confiabilidad para los agentes económicos dado las distorsiones que estas presentan, haciendose necesario una verificación por otras vías.

En cuanto a las limitantes de todo pronóstico parece claro que este siempre se encuentra sujeto a un margen de error, por lo cual es más conveniente identificarlo como un predictor de un acontecimiento y no como hecho consumado a futuro. Siendo necesario sostener catóricamente que no existe nadie y no es deseable que exista, que pueda predecir totalmente un acontecimiento, sin embargo, la utilidad de los pronósticos "científicos" es la posibilidad de brindar información, limitada muy ciertamente, pero informada de aquello que dadas ciertas condiciones es mucho más probable que ocurra o por lo menos de aquello que no es posible que ocurra.

De ello derivamos que la posibilidad de error es un hecho ineludible, pero que este riesgo puede ser reducido con información adecuada y oportuna es un hecho.

Además es posible señalar que un pronóstico es más factible de ser acertado en tanto contemple un periodo predictivo más corto, dado que en un periodo reducido es poco probable que se efectuen cambios demasiados bruscos que alteren las condiciones sobre las cuales se espera que se cumpla el pronóstico, en consecuencia el margen de error se incrementará conforme el periodo predictivo

sea más amplio.

En una segunda conclusión podemos señalar las características deseables de un pronóstico. en primer término tenemos una característica de confirmación, es decir que este tenga la capacidad de identificar una tendencia regular de la variable de interés, la segunda es de carácter preventivo, que de señales del posible cambio en su comportamiento y tercero que brinde información que permita adelantarse o por lo menos prevenir cualquier acontecimiento que ponga al poseedor de esta información en ventaja en todo momento.

En forma anexa podemos concluir que las características de la serie a ser estudiada deben de encontrarse en función a la información requerida, es decir el periodo más amplio de observancia de una variable es requisito de un pronóstico más detallado y preciso, igualmente una serie en precios constante sería objeto de un estudio de precios relativos donde el interesado puede tener opción a cierta movilidad entre productos, mientras que una a precios de mercado daría información sobre el cambio nominal, aunque lo más adecuado sería una complementación entre ambas series (la nominal y la de precios reales). Como última conclusión nos referiremos a lo que puede ser identificado como el mejor método para un pronóstico. En este caso la respuesta no puede ser muy puntual , ya que el mejor método es aquel que reúna los requerimientos buscados conforme a las limitaciones presentes en su realización. Así, si se requiere un pronóstico muy detallado y preciso lo mejor sería el método

más complejo pero a la vez este es el que mayores requerimientos en recursos humanos, financieros y en tiempo presentan por lo cual el mejor método es aquel que equilibra los requerimientos informativos con los limitantes técnicos y en tiempo que estén presentes para su realización.

Sin embargo, cabe señalar que la relación método complejo mejor ajuste predictivo no siempre es lineal, dado que es prerequisite para seleccionar un buen método predictivo el análisis gráfico del comportamiento de la variable en estudio, así el mejor método será aquel que refleje mejor el comportamiento observado de la variable en estudio, lo cual puede señalar que para una predicción de buena calidad no es necesario más que un método sencillo el cual puede brindar un mejor ajuste y ser realizado con menores recursos y en menor tiempo.

Bibliografía

- " La modernización de la agricultura mexicana 1940-1970 " ;
HEWITT, Cynthia ; Edt. Siglo XXI; 6ª edición; México 1988.
- " Precios de garantía y política agraria, un análisis de largo
plazo "; SOLIS, Ricardo ; en Revista de Comercio exterior ;
vol. 40 ,núm. 10; México, octubre de 1990; pag 923-937.
- " Los precios de garantía en México " ; MARTINEZ, Braulio; en
revista de Comercio exterior; vol. 40 ; núm. 10; México,
octubre de 1990; pag 938-942.
- " Ajuste macroeconómico y política agrícola en México " ;
RELLO, Fernando; ?????
- " La agricultura de México " ; WELLHAUSEN, Edwin J.; en
Investigación y Ciencia; Núm. 2; Noviembre de 1976.
- " Fundamentos de economía moderna "; CAMPBELL, K.O y
LONGWORTHGH, J.W; de la serie Economía Agrícola; Edt. AEDOS ;
1ª edición; Barcelona, España, 1970.

- " Agricultura : Normas sobre economía y administración " ;
Edt. Limusa-wiley S.A. ; 1ª edición ; México 1964.
- " La modernización de la agricultura mexicana 1940-1970 " ;
HEWITT, Cynthia ; Edt. Siglo XXI; 6ª edición; México 1988.
- " Precios de garantía y política agraria, un análisis de largo
plazo " ; SOLÍS, Ricardo ; en Revista de Comercio exterior ;
vol. 40 ,núm. 10; México, octubre de 1990; pag 923-937.
- " Los precios de garantía en México " ; MARTINEZ, Braulio; en
revista de Comercio exterior; vol. 40 ; núm. 10; México,
octubre de 1990; pag 938-942.
- " Ajuste macroeconómico y política agrícola en México " ;
RELLO, Fernando; ?????
- " La agricultura de México " ; WELLHAUSEN, Edwin J.; en
Investigación y Ciencia; Núm. 2; Noviembre de 1976.
- " Pronóstico de los negocios y económico " ; SPENCER, Milton H.
y CLARK, Colin G. ; Edt. UTEHA ; 1ª edición; México 1965.
- " Business forecasting " ; HANKE, John E. y REITSCH, Arthur G. ;
Edt. Allin and Bacon; 4ª edición; EUA 1991.

- " Encyclopedia of economics " ; GREENWALD, Douglas;
Edt. McGraw-Hill ; 2ª edición ; EUA 1994.
- " Business, for the 21st century " ; SKINNER, Steven J. e
IVANCEVICH, Jhon M. ; Edt. Irwin ; 1ª edición ; EUA 1992.
- " An executive guide to forecasting " ; CHAMBERS, John C. ;
MULLICK, Satinder K. y SMITH, Donald D. ; Edt. John Wiley and
sons ; 1ª edición ; EUA 1974.
- " Pronósticos, estrategia y planeación para el siglo XXI " ;
MAKRIDAKIS, Spyros y WHEEWRIGHT, Steven C. ;
Edt. Díaz de Santos S.A ; 1ª edición ; España 1993.
- " Manual de técnicas de pronóstico " ; MAKRIDAKIS, Spyros y
WHEELWRIGHT, Steven C. ; Edt. Noriega-Limusa ; 1ª edición ;
México 1991.
- " Management science. The art of decision making " ;
MATHUR, Kamlesh y SOLOW, Daniel ; Edt. Prentice-Hall;
1ª edición ; EUA 1994.
- " Applied forecasting methods " ; THOMOPOULOS, Nick T. ;
Edt. Prentice-Hall ; 1ª edición ; EUA 1980.

- " Forecasting methods and applications " ; MAKRIDAKIS, Spyros;
WHEELWRIGHT, Steven y MCGEG, Victor; Edt. John Wiley and sons;
2ª edición ; Singapur 1983.
- " Business forecasting " ; JARRETT, Jeffrey ; Edt. Basil
Blackwell ; 1ª edición ; USA 1991.
- " Econometric models and econometric forecasts " ;
PINDYCK, Robert S. y RUBINFELD, Daniel L.; Edt. McGraw-Hill ;
3ª edición ; Singapur 1991.
- " Métodos de econometría " ; JHONSTON, J. ; Edt. Vincens-Vives;
3ª edición ; España 1980.
- " Métodos de predicción en economía " (2 tomes) ;
AZNAR, Antonio y TRÍVEZ, Francisco Javier; Edt. Ariel;
1ª edición; España 1993.
- " Módelos econométricos, técnicas y aplicaciones " ;
INTRILLIGATOR, Michael D. ; Edt. FCE; 1ª edición ; México
1990.
- " Econometría " ; GUJARATI, Damodar N. ; Edt. McGraw-Hill;
2ª edición ; Colombia 1990.

" Introducción a la predicción económica " ;HERSCHEL, Julio F. ;
Edt. FCE ; 1ª edición ; México 1978.

" Econotecnia agrícola"; SARH , México 1984.

" Anuario estadístico agrícola "SARH-INEGI, varios años.