

MODELO MATEMATICO PARA LA LOCALIZACION DE LA OFERTA DE PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS

Francisco Javier Bengoechea Peré
Doctor Ingeniero Agrónomo
Licenciado en Ciencias Económicas

CAPITULO I

CONSIDERACIONES EN TORNO A LOS MODELOS

1.1.—Consideraciones generales en torno a los modelos

La realidad económica es hoy día muy variada y compleja, una explicación y comprensión exige el estudio de las relaciones de diversidad de fenómenos que no se presentan en forma aislada, sino mutuamente relacionados.

La medición de esta realidad compleja exige la creación de instrumentos apropiados, entre los que se encuentran los denominados con el nombre de modelo.

Malivaud define el modelo diciendo: "Un modelo consiste en la representación formal de ideas o de conocimientos relativos a un fenómeno": (1) Estas ideas a menudo llamadas "teoría del fenómeno", se expresan por un conjunto de hipótesis sobre los elementos esenciales del fenómeno y de las leyes que le rigen. Hipótesis que se traduce generalmente bajo la forma de un sistema matemático, llamado el mismo "modelo".

El razonamiento sobre el modelo nos permite explorar las consecuencias lógicas de las hipótesis retenidas, confrontarlas con los resultados de la experiencia, llegar así a conocer mejor la realidad y actuar más eficazmente sobre ella.

Los elementos esenciales al concepto "modelo" son: Proceso de abstracción, expresión formal del proceso y operatividad.

(1) Malivaud: "Methodes Statistiques" ..

Tal vez por la necesidad de estas características tenga tanto éxito la utilización del lenguaje matemático, como medio de expresión del modelo. Sin embargo no es necesario utilizar el lenguaje matemático como único medio de representación formal del modelo, en determinadas ramas del conocimiento científico se emplean otros medios más expresivos.

Los problemas que permiten una formulación matemática y a los que se aplica las técnicas de investigación operativa se obtienen generalmente diversas soluciones, con objeto de poder contrastarlas de acuerdo con un criterio de optimización.

Frecuentemente las ventajas del uso de estas técnicas radica precisamente en el conocimiento que del problema en cuestión se deduce durante el estudio, pasando a segundo plano la búsqueda de la solución óptima, ya que el conjunto de soluciones puede dar lugar a valores próximos de la magnitud considerada y ofrecer considerables ventajas desde otro punto de vista.

La utilización del modelo como instrumento del conocimiento científico se ha generalizado enormemente, debido a sus indudables ventajas.

Aldaide, siguiendo a Bross (2), resume las ventajas de la utilización del modelo, en los siguientes puntos:

- a).—Es el procedimiento seguido en los sistemas de predicción que han tenido más éxitos.
- b).—El modelo proporciona una estructura de referencia para la consideración del problema; los "fallos" del modelo señalan a veces una pista sobre las deficiencias de aquél y estos "fracasos" en el modelo del éter permitieron el trabajo de Einstein.
- c).—El modelo pone de manifiesto el problema de la abstracción, deduciendo su constructor que instrumentos del mundo tienen que incorporarse al modelo.
- d).—Al expresar un problema en el lenguaje simbólico se tiene la ventaja de la facilidad de manipulación de dicho lenguaje.
- e).—Los modelos matemáticos proporcionan el medio más barato para realizar la predicción.

Frente a estas ventajas, existen las siguientes desventajas:

- a).—Un modelo matemáticamente factible puede exigir grandes simplificaciones.
- b).—El lenguaje simbólico está sujeto también a limitaciones (3).

La construcción de un modelo, exige un doble proceso, de la realidad a la teoría y de ésta a la realidad. Porque no es suficiente con ofrecer una imagen simplificada de la realidad, sino que esta imagen ha de ser lo suficientemente aproximada a la misma para que pueda ser utilizada como medio del conocimiento de aquella y esto último sólo lo podemos comprobar cuando sometemos al modelo a una "verificación con los datos obtenidos de la realidad".

(2) Irwin Broos D.J. La decisión estadística. "Ed. Aguilar", Madrid 1985.
(3) Alcaide A. "Conferencia econometrística".

Barbancho define los modelos económicos diciendo: "modelo económico es la expresión matemática de una determinada teoría económica" (4).

Para llegar a esta definición parte de otra de Sampedro según la cual un modelo económico es una "representación simplificada y en símbolos matemáticos de un cierto conjunto de relaciones económicas".

De esta definición deduce Barbancho que las notas características mínimas que debe reunir un modelo son:

- a).—Que represente un fenómeno económico real.
- b).—Que la representación sea simplificada.
- c).—Que se haga en términos matemáticos.

1.2.—Elementos constitutivos de un modelo

Los elementos que podemos llamar "materiales" de los modelos son en una clasificación de dos tipos: variables y parámetros.

Entendemos por variables la representación simbólica de una magnitud, fundamental o derivada, que puede tomar todo valor comprendido en un conjunto dado. Al lado de las variables se presentan los parámetros que son también una representación simbólica de magnitud, pero que, a diferencia de aquellas, permanecen constantes en el marco teórico que se pretende explicar por el modelo. Por su carácter constante tratan de representar los factores permanentes de los fenómenos que se tratan de explicar, y de ahí el enorme interés que ofrece su conocimiento.

Dentro de las variables diversos autores las clasifican según la diferente misión que tienen que cumplir dentro del modelo. En este sentido se ha generalizado la clasificación según la cual hay que distinguir entre variables endógenas y variables exógenas.

"Variables endógenas son las que, dentro del modelo considerado, se influyen inmediata, directa y mutuamente, y variables exógenas las que influyen en el modelo pero no son influenciadas por él" (5).

Al tratar de resolver en la práctica un problema mediante los modelos propios de la investigación operativa se puede separar los siguientes elementos:

- Variables que intervienen y parámetros a considerar.
- Modelo que relaciona estas variables, exógenas y endógenas, y los parámetros.
- Valores que toman los parámetros por las variables exógenas en cada caso.
- Criterio de decisión.

(4) Barbancho. —A.G. "Fundamento de Econometría".

(5) Barbancho, A.G. "Fundamentos de Econometría".

1.3.—Naturaleza de las relaciones de un modelo

A través de los elementos materiales el modelo trata de reflejar una determinada teoría. El lenguaje utilizado para ello, es el matemático. De este modo, la teoría, o el contenido formal que se pretende exponer con el modelo se logra relacionando los elementos materiales, es decir las variables y los parámetros, mediante ecuaciones que expresan la relación funcional existente entre las distintas magnitudes.

Los distintos autores suelen diferenciar diversos tipos de relaciones, coincidiendo en general, en las líneas esenciales.

Siguiendo la clasificación de Predetti (6), podemos distinguir:

- I.—*Relaciones relativas al comportamiento económico*: Estas comprenden la amplia clase de las relaciones que constituyen el comportamiento económico de los individuos y de la colectividad en sus actividades económicas, deducidas de las observaciones generales.
A este tipo de relaciones se les suele llamar también "relaciones de conducta".
- II.—*Relaciones que consideran las normas institucionales o legales*: "Que limitan o influencian el compromiso individual".
- III.—*Relaciones relativas a la ley tecnológica de transformación*: "Estas expresan la relación física entre el producto obtenido y los factores de producción empleados".
- IV.—*Relaciones contables*: "Que expresan la identidad cuantitativa entre los fenómenos económicos".

1.4.—Las soluciones y el criterio de decisión del modelo

Las soluciones del modelo las obtenemos una vez fijado éste y estableciendo los valores particulares de los parámetros y variables exógenas que intervienen en él, así obtenemos el conjunto general de soluciones posibles.

Del conjunto de soluciones en los problemas de optimización se adopta un criterio de valoración para ellas, eligiendo la óptima según dicho criterio.

Para comparar las soluciones que se pueden obtener se definen a veces distintos criterios de decisión al objeto de comparar y elegir entre todas las soluciones la más adecuada a la solución del problema aunque no sea la óptima según criterio.

El criterio de decisión toma generalmente la forma de función matemática.

1.5.—Clasificación de los modelos

La clasificación de los distintos tipos de modelos los vamos a realizar según distintos criterios que permiten establecer diferenciación entre los modelos.

(6) Predetti A. "Los modelos económicos de La Cowles Commission". Revista de Economía Política, Enero-Abril-1956.

Los siguientes criterios no son incompatibles entre ellos y pueden ser combinados unos con otros.

- a).—Atendiendo al grado de agregación los modelos se clasifican en modelos macroeconómicos y modelos microeconómicos, diferenciación que se corresponde con los conceptos de macroestructuras y microestructuras:

Los microestructuras se refieren a los sujetos económicos considerados aisladamente en su forma individual: un consumidor, una empresa. El paso de las microestructuras a las macroestructuras plantea el denominado problema de la agregación.

- b).—Por la forma los modelos se clasifican en lineales y no lineales, según el grado de la función matemática que expresa la relación.
- c).—Atendiendo al número de ecuaciones, del modelo se diferencian los modelos uniecuacionales y modelos multiecuacionales.
- d).—Según la presencia o ausencia de variables aleatorias, los modelos se clasifican en modelos no estocásticos, exactos o determinísticos y modelos estocásticos.
- e).—Según la clase de datos utilizados, se pueden distinguir modelos que utilizan series cronológicas y modelos de sección mixta.
- f).—Atendiendo a la distinta influencia del factor tiempo los modelos se clasifican en estáticos y dinámicos.
- g).—Por su finalidad hay que diferenciar los modelos ordinarios de predicción de los modelos de decisión. Los modelos de predicción permiten hacer estimaciones futuras de las variables endógenas que trata de explicar el modelo, en función de las hipótesis formuladas sobre el comportamiento esperado de las variables exógenas.
- i).—Un modelo es completo cuando existe igual número de relaciones que de variables endógenas, en caso contrario se denomina incompleto.

Según Frisch, los modelos de decisión: "Son modelos teóricos respaldados por la evidencia empírica y construidos con la finalidad específica de estudiar las consecuencias probables de acciones alternativas" (7).

- h).—Atendiendo a la forma de generarse las relaciones del modelo, éstos se dividen en dos grupos. Modelos interdependientes o estructurales, y modelos recursivos, recurrentes o casuales.

1.6.—Fases que comprende la construcción de un modelo

En la construcción de un modelo podemos distinguir varias etapas, según Morgenstern (8).

Las etapas necesarias para transformar una teoría en un medio de predicción de la realidad son:

(7) Frisch R. "From national accounts to macroeconomic, decision models". Income and Wealth Series XV. 1955.

(8) Morgenstern. "On the accuracy of Economic Observations" Princeton University Press 1963.

- 1.—Los datos iniciales.
 - 2.—El modelo.
 - 3.—La resolución del modelo.
 - 4.—La comparación de los resultados del modelo con la realidad.
- Separando las distintas fases que constituyen dichas etapas y que sirven para la elaboración de un modelo, debemos distinguir los siguientes pasos.
- 1.—Formulación correcta del problema que se pretende resolver. Esta formulación presupone:
 - a).—Delimitación del fenómeno o grupos de fenómenos sujetos de estudio.
 - b).—Finalidad que se intenta alcanzar al establecer el modelo.
 - c).—Establecimiento de la base teórica en que se apoyará el modelo para explicar el fenómeno o grupo de fenómenos.
 - 2.—Formulación matemática de la teoría con las suficientes especificaciones para poder pasar del modelo económico al econométrico. Desglosando en detalle esta etapa podemos señalar las siguientes partes:
 - a).—Determinación y clasificación de las variables que intervendrán en el modelo.
 - b).—Determinación de las relaciones a establecer entre dichas variables y especificación de la forma concreta que deberán adoptar dichas relaciones.
 - c).—Determinación de las hipótesis que se formulan acerca de las variables aleatorias introducidas en el modelo, en el supuesto de que el modelo sea estocástico.
 - 3.—La resolución del modelo, etapa en la que mediante técnicas estadísticas y a partir de datos muestrales se determinan los parámetros.
 - 4.—La verificación del modelo, que consiste en comparar los resultados obtenidos con la realidad, a fin de ver si las hipótesis retenidas acerca de esa realidad pueden ser sustentadas, o por el contrario, deben ser rechazadas total o parcialmente.

CAPITULO II

MODELO PARA LA LOCALIZACION DE LA OFERTA DE PRODUCTOS HORTOFRUTICOLAS

2.1.—Modelo para localización de mercados hortofrutícolas

La base del modelo es la regularización y localización de mercados hortofrutícolas en sus dos vertientes.

- Concentración y localización de la oferta de productos hortofrutícolas en las regiones productoras.
- Localización y medida de la demanda de los centros consumidores.

En cuanto al problema de la concentración de la oferta se aborda normalmente el fomento de las cooperativas de comercialización y la red de mercados en origen, todos ellos localizados en las regiones productoras.

Asimismo habrá que delimitar los centros consumidores distinguiendo las grandes urbes de las regiones rurales donde por diferencia de renta, hábitos de consumo, etc. presentan distintas demandas de productos hortofrutícolas.

El modelo pretende la obtención de los flujos (9) que van de las regiones productoras a las zonas consumidoras con unas condiciones de comercialización que vendrían fijados por los "mercados integrales".

Por mercado integral entendemos aquél que está localizado en el entorno de una región productora y en el que se actúa sobre distintos productos, llevando a cabo la coordinación del total de las instalaciones existentes, (centrales hortofrutícolas, almacenes, cooperativas de comercialización, mercados en origen, industrias de transformación, etc.) se fijan las condiciones y las cantidades para la venta de los distintos productos a cada uno de los centros de consumo en tiempo y espacio, todo ello bajo una única dirección buscando una regularización (oferta-demanda) para cada uno de los productos.

Son sus características:

- Localización en el entorno de una región productora, es decir, no está ubicado en un punto determinado. Todo lo que se comercializa en él debe aparecer sin embargo en la región donde se encuentra localizado.
- Actuación sobre los distintos productos, lo realiza fijando productos, variedades, calidades a comercializar, etc.
- Naturalmente no se podría actuar sobre todos los productos de una región, pero sí sobre los de mayor demanda de consumo y donde se necesitase una actuación coordinada para una mejor explotación y comercialización de los mismos.
- El mercado integral coordina todas las instalaciones existentes en la región productora, distribuyendo (10) los almacenes, fijando los productos a conservar en cámaras etc. De forma que la utilización de todas las instalaciones existentes sean un 100 por 100 de su capacidad.
- Igualmente actuaría fijando las cantidades a industrializar, condiciones técnicas de conservación, precios etc.
- Actúa igualmente sobre las condiciones de venta mandando al mercado productos con unas calidades determinadas, fijando fechas y cantidades disponibles, fomentando la venta de variedades específicas de la región.

(9) Gómez Irureta F. de Miguel J.L. Minguez López E. Modelo para la localización de la oferta hortofrutícola. Un ensayo de flujos para 1980 "Estudios del Instituto de Desarrollo Económico" 1971.

(10) Ballesteros Enrique. "Un modelo matemático de distribución comercial" Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Naturales de Madrid. Tomo LXIII, cuaderno 2º 1969.

- Promocionaría los distintos productos coordinando la publicidad y siguiendo una política de marcas.
- Asimismo, bajo su control, se encontrarían las lonjas de contratación disponiendo en ellas de las instalaciones necesarias así como de fijar las cantidades a enviar, todo ello pensando en la regularización de la oferta-demanda y no con fines de especulación.
- El proceso de comercialización quedaría pues coordinado por el mercado integral y por eso es necesario que todo esté bajo una única dirección por encima de todos los intereses particulares.
- Tendría que ser la propia Administración la que debería llevar a cabo esta tarea.

Con estas premisas la primera dificultad que surge es la diferencia de criterio que existe entre la Administración que como tal Administración su criterio de decisión tendería a la regularización del mercado persiguiendo el equilibrio entre la oferta y la demanda de los distintos productos hortofrutícolas, fijando a continuación una política de nuevas plantaciones, nuevas variedades, instalaciones, investigaciones, etc. concediendo créditos o inversiones a cada una de las regiones productoras y el criterio de la empresa privada, que como tal empresa persigue obtener un beneficio máximo.

Precisadas las condiciones de comercialización que se fijan mediante los "mercados integrales", procederemos de la siguiente manera:

- 1º.—Se delimitarán las zonas productoras. Dependiendo de la extensión en la que se piensa aplicar el modelo, podemos considerar toda la nación delimitando las regiones productoras o bien, si consideramos un ámbito más limitado, señalaremos las zonas a considerar (regiones, comarcas, etc.).
- 2º.—Se han de fijar los productos que se van a incluir lo mismo que en el caso del ámbito geográfico, el modelo se puede aplicar bien a productos distintos o sino a variedades del mismo producto dependiendo de la extensión que se quiera dar al estudio.
- 3º.—Finalmente se fijarán los centros consumidores distinguiendo los centros de consumo masivo de las zonas rurales.

2.2.—Características del modelo

- 1º.—El modelo tiene característica modular, es decir, se compone de elementos funcionales individualizados, (zonas productoras, productos, períodos de tiempo y regiones consumidoras), susceptibles de ser combinados de múltiples maneras en configuraciones adaptables a las necesidades conveniencias o limitaciones (falta de datos básicos) en cada caso.
- 2º.—El modelo se puede aplicar a otros problemas distintos de los hortofrutícolas (ejem. la carne, pescados, etc.) al ser un modelo general de distribución

donde entran a formar parte los siguientes elementos fundamentales: producción, conservación y consumo, todo ello referido a un período de tiempo.

- 3º.—El modelo admite múltiples simplificaciones, pudiendo adaptarlo incluso para un producto considerándolo independiente de los demás; otras simplificaciones del modelo las tendríamos igualando coste de transporte, coste de almacenamientos de las distintas zonas, etc.
- 4º.—Para hacer más flexible el modelo, las relaciones de la demanda no son igualdades. Se considerarán unas demandas mínimas y máximas D_{pj} y D_{pj}^* en cada caso y de esta forma obligamos a que la demanda esté comprendida entre estos dos valores. No se olvide que siendo D_{pj} variables exógenas tendremos que calcular unos valores para las mismas antes de resolver el modelo y es interesante no hacer estimaciones puntuables (un solo valor) sino establecer un intervalo de estimaciones.
- 5º.—Adoptaremos el mismo criterio de flexibilidad para la oferta considerando una mínima y otra máxima para cada producto, región y tiempo.

CAPITULO III

VARIABLES DEL MODELO - RESTRICCIONES - CRITERIOS DE DECISION - RESULTADOS

3.1.—Variables del modelo

Siguiendo los apartados del epígrafe, fases para la construcción de un modelo que hemos considerado en el capítulo anterior vamos a seguir los caminos que allí se indicaban.

Lo primero a tener en cuenta en el modelo son los distintos productos a considerar, ya que como hemos dicho anteriormente se puede aplicar a varios productos o bien dentro de un mismo producto a sus variedades.

Para la localización de la oferta no es suficiente decidir los productos, sino que hay que saber las distintas producciones de las regiones que bien pueden ser provincias o comarcas, pero que hay que fijar así como aquellos productos dentro del marco natural elegido que se pueden producir en ellos.

En el modelo aparecen como variables las producciones de diversos productos-hortofrutícolas en las distintas zonas o comarcas en que habremos dividido el ámbito geográfico, así como los productos que han de entrar en él mismo.

Otra variable importante es la distribución de las producciones en el tiempo. Consideraremos el plazo de un año que lo dividiremos en sus períodos bimestrales, mensuales o semanales y todos estos casos se pueden realizar con este modelo.

Asimismo aparecerán como variables los centros consumidores previamente establecidos.

Como resumen de todo lo dicho tendremos que fijar los siguientes puntos:

- Elección de las zonas productoras.
- Elección de los productos.
- Variable el tiempo.

— Elección de los centros de consumo.

Por tanto las variables correspondientes a producciones se referirán en cada producto, en cada período, y para cada zona. Para representar estas variables utilizaremos los siguientes signos:

p = índice de cada producto ($p = 1, 2, \dots, q$).

r = índice de cada región productora ($r = 1, 2, \dots, s$).

t = índice de cada período de tiempo ($t = 1, \dots, u$).

j = índice de cada centro consumidor ($j = 1, \dots, m$).

El mercado integral coincide con la región productora, habrá por tanto s mercados integrales ($r = 1, \dots, s$), y para los cálculos lo situaremos en el centro de gravedad de la región productora.

Representaremos por P_p los distintos productos elegidos $pH(1, 2, \dots, q)$, representando por cada subíndice un producto o variedad del mismo $P_1 = \text{tomate}$, $P_2 = \text{melón}$, $P_3 = \text{manzana golden}$, $P_4 = \text{manzana reineta}$, etc.

Por R_r representaremos las regiones productoras $r(1, 2, \dots, s)$, donde cada subíndice indica una comarca o región productora.

Los períodos de tiempo los representaremos por T_t , que indicará los distintos períodos elegidos $t(1, 2, \dots, n)$. Según el valor de n los períodos podrán ser, trimestrales ($n=4$), bimestrales ($n=6$), mensuales ($n=12$), etc.

Asimismo C_j representa los centros de consumo $j(1, \dots, m)$, de ellos tendremos que distinguir los centros de consumo masivo y las zonas rurales, el primer caso lo supondremos ubicado en la capital de la provincia y en las segundas en el centro de gravedad de la zona.

El consumo debido a la exportación lo supondremos localizado en unos centros ideales de consumo en aquellos puertos o fronteras de salida de productos hortofrutícolas para la exportación, en estos centros ideales supondremos también localizadas las importaciones efectuadas.

En las regiones o centros consumidores C_j , tendríamos las propias regiones productoras, ya que son a la vez consumidoras, si bien los mercados centrales, aunque estén dentro de una zona productora, se considerarán de modo separado.

Como resumen tendremos:

- $P(p_1, p_2, p_3, \dots, P_q)$.— Productos a considerar.
- $r(r_1, r_2, r_3, \dots, R_s)$.— Regiones productivas delimitadas.

- $c(c_1, c_2, c_3, \dots, C_m)$.— Centros consumidores a considerar.
- $t(t_1, t_2, t_3, \dots, T_n)$.— Períodos de tiempo en los que se divide el año.

3.2.— Variables exógenas del modelo

Al objeto de no perder generalidad y de poder efectuar las simplificaciones necesarias según los datos disponibles en cada caso, consideramos desde el punto de vista metodológico, no práctico, las siguientes variables exógenas que podemos clasificar en esenciales y no esenciales, según que su simplificación afecte o no a la filosofía del modelo; las primeras no admiten simplificaciones, las segundas sí.

3.3.— Variables exógenas esenciales

Consideramos las siguientes:

a).— Demanda máxima potencial (D_{pj}) de cada uno de los productos, durante cada período de tiempo en cada una de las regiones o centros consumidores.

b).— Demanda mínima previsible (d_{pj}) de cada uno de los productos, durante cada período de tiempo en cada una de las regiones o centros consumidores.

Las demandas son condicionantes del mercado, en muchas ocasiones es conveniente sacar al mercado cantidades superiores a los consumos que se vienen presentando, por eso introducimos en el modelo las potencialidades máximas de consumo y las demandas mínimas previsibles en relación a los distintos productos y épocas del año.

c).— Potencialidad máxima de producción M_{prt} de cada producto. En cada región y período, aparece esta variable al poder los agricultores aumentar la capacidad de producción según las tendencias del mercado, aumentando la superficie dedicada a un cultivo determinado o sino a mejorar las condiciones del cultivo (abonado, riego, lucha contra plagas, etc.) que producen un incremento de la oferta.

d).— Producción mínima m_{prt} de cada producto, en la región r y durante el período t .

Esta variable aparece al considerar que en los cultivos hortícolas existe en las diferentes regiones productoras una inercia en los agricultores, así como unas alternativas fijas de cultivo ya programadas anteriormente que nos obliga a fijar unas mínimas de producción que siempre se alcanzarán para cada producto y período aunque el mercado no fuese favorable.

Lo mismo ocurre con las plantaciones de frutales donde aparece como imposible el arranque de plantaciones frutales en plena producción a pesar de que el mercado no favorezca en absoluto a esos productos.

e).— Superficie dedicada al producto p en la región productora r , durante el período t (S_{prt}).

Así como la superficie dedicada a las plantaciones frutales se puede determinar y permanecer fija durante varios períodos de tiempo en superficie disponible dedicada a productos hortícolas, es mucho más difícil de determinar al poder simultanearse en un mismo período de tiempo incluso dos cosechas o en la existencia de cultivos asociados.

3.4.—Variables exógenas no esenciales

Como dijimos anteriormente hemos considerado como variables exógenas no esenciales, aquéllas que admiten simplificaciones en su utilización y que no afectan a la esencia del modelo.

Consideramos las siguientes:

a).— C_{prt} = Costo total para producir el producto en la región r durante el período t.

Admite como simplificación considerar que el costo de un producto es igual en todas las regiones y épocas siempre que no se trate de cultivos forzados.

b).— P_{prt} = Precio percibido por los agricultores por el producto p en la región r durante el período t.

Igualmente podríamos considerar como simplificación, que siempre que no se trate de épocas extratempranas de recolección ni que la oferta del producto esté localizada en una única región, el precio percibido por los agricultores fuera igual en cada región y para todas las épocas. Esto admite igual que en el apartado anterior una doble simplificación.

c).— V_{pj} = Precio que paga el consumidor por el producto p en el centro de consumo j, en el período t.

Como simplificación podemos considerar que el precio es igual en todos los centros, no se puede decir lo mismo de la época, ya que los precios varían mucho en el transcurso del año.

Este grupo de variedades presenta el problema, que aisladamente no refleja la realidad económica. Así pues sería conveniente utilizar los índices de precio percibidos por los agricultores en los años últimos, los índices de costo de los productos por regiones, los índices de venta de todos ellos deflactados sus valores y con unos límites de variación previsibles.

3.5.—Otras variables exógenas

Este grupo de variables pertenecen a las no esenciales al modelo y las simplificaciones que pueden ser objeto, son los siguientes tipos:

1º.—Igualar los valores para todas las regiones productoras.

2º.—Igualar los valores para los distintos períodos de tiempos considerados.

3º.—Igualar los valores para los diferentes centros de consumo elegidos.

- T_{pr} = Coste medio del transporte de recogida del producto p en la región productora hasta el mercado integral en la misma región. pts/Tm. de p.
- T_{prj} = Coste medio del transporte de distribución del producto p desde el mercado integral r hasta el centro de consumo j. pts./Tm. de p.
- A_{pr} = Coste unitario de almacenamiento del producto p en el mercado integral r durante un período t.
- A'_{pr} = Coste unitario de almacenamiento en frigorífico del producto p en el mercado integral r durante un período t.
- e'' = Coste unitario de calibrado, embalaje del producto p en el mercado integral r.
- E_{pr} = Capacidad máxima durante un período t de calibrado, embalado del producto p en el mercado integral r.
- F_{pr} = Capacidad máxima de almacenamiento del producto p en el mercado integral r.
- F'_{pr} = Capacidad máxima de almacenamiento frigorífico del producto p en el mercado integral r.

3.6.—Parámetros del modelo

Consideramos los siguientes parámetros:

a).—Coeficiente de destrozo del producto p (l_p), con él se refleja el tanto por ciento del producto que se pierde desde la recolección hasta la venta del mismo en el centro de consumo.

Este coeficiente varía mucho de un producto a otro y dentro de cada producto de una variedad a otra. Este parámetro hay que fijarlo teniendo en cuenta que los productos puestos a la venta deben reunir unas condiciones de calidad y de normalización que expresen claramente las condiciones que deben cumplir los distintos productos para poder ser consumidos.

b).—Rendimiento del producto p, en la región r, durante el período t (q_{prt}) este parámetro fija los rendimientos medios que se consiguen en cada región por cada producto y período teniendo en cuenta las prácticas culturales normales en cada región.

3.7.—Variables endógenas

Como variables a determinar aparecen:

a).—Cantidad del producto p, que entra en el mercado integral r (la producción total de la región es controlada por el mercado integral) durante el período t.

La representaremos por = X_{prt}

b).—Cantidad del producto p, que sale del mercado integral r, al centro de consumo j, en el período t.

La representaremos por = Y_{prt} .

c).—Cantidad del producto p, que se conserva en comarcas en el mercado integral r, durante el período t.

Lo representaremos por = Z_{prt} .

3.8.—Relaciones en el modelo

1°.—La cantidad del producto p, que entra en cada mercado integral, y en cada período (X_{prt}) estará comprendido entre la producción mínima del producto p, en la región r, durante el período t (m_{prt}) y la potencialidad máxima de producción del producto p, en las mismas regiones y período (M_{prt}).

$$M_{prt} \leq X_{prt} \leq m_{prt}$$

2°.—La cantidad de producto p, apta para el consumo, enviada a los centros consumidores ($\sum_{j=1}^m Y_{prjt}$) desde la región productora r, período t, más la cantidad conservada en comarcas de ese producto, en esa región y en el mercado integral situado en la región r, en el período t, descontando las pérdidas por destrozo ($(1 - k_p) X_{prt}$).

3°.—La cantidad enviada del producto p desde los distintos mercados integrales situados en las regiones productoras r, en el período t a cada uno de los centros consumidores j, debe estar comprendido entre las demandas máximas y mínimas previsibles para ese producto, centro de consumo y período.

$$d_{pj} \leq \sum_{p=1}^q Y_{prjt} \leq D_{pj}$$

4°.—La superficie de una región productora no puede ser mayor al cociente de la suma de las cantidades de los distintos productos que se producen en la región dividido por sus rendimientos respectivos.

$$\frac{q}{p=1} \frac{X_{prt}}{q_{prt}} B_{pt} \leq S_r$$

Tomamos el coeficiente B_{pt} que tomará el valor 1 o 0 según que el cultivo ocupe o no el terreno durante el período t.

3.9.—Limitaciones de capacidad

Así como las relaciones del modelo son inherentes a él, las limitaciones de capacidad de las instalaciones existentes restringen la solución, en los mercados integrales, en el período considerado.

Como principales limitaciones aparecen, por un lado la referente a las operaciones de calibrado, embalado, etc. y por otro a las de almacenamiento, fundamentalmente la capacidad de las instalaciones frigoríficas instaladas en las zonas productoras.

Todas estas limitaciones en el momento de aplicar el modelo permiten múltiples simplificaciones, distinguiremos las siguientes limitaciones.

1°.—Para cada producto p, en cada región productora r, la cantidad de producto que se manipula en el mercado integral (X_{prt}) en las operaciones de embalado, calibrado, etc. y no pueden ser mayor a la capacidad máxima de esta operación para cada producto, región en cada período de tiempo.

$$X_{prt} \leq E_{pr}$$

Normalmente en las aplicaciones del modelo emplearemos la capacidad máxima de la región $\sum_{p=1}^q E_{pr}$, dado que la maquinaria y los trenes de

clasificación sirven para distintos productos quedando la anterior relación definida por: $\sum_{p=1}^q X_{prt} \leq \sum_{p=1}^q E_{pr}$

2°.—Los productos que entran en el mercado integral no van, después de las operaciones de calibrado, embalado, directamente a los centros de consumo sino que media tiempo de almacenamiento antes de proceder a su envío a los distintos centros de consumo.

Consideramos que la cantidad de producto p, que entra en cada región y período (X_{prt}) y que permanece almacenado en el mercado integral $(1 - k_p) X_{prt}$, no puede ser mayor a la suma de las capacidades máximas de almacenamiento y de conservación en cámaras frigoríficas de cada producto y región.

$$(1 - k_p) X_{prt} \leq F_{pr} + F'_{pr}$$

En las aplicaciones consideraremos las capacidades máximas existentes en

la región, $\sum_{p=1}^q F_{pr}$ y $\sum_{p=1}^q F'_{pr}$ quedando la relación:

$$\sum_{p=1}^q (1 - k_p) X_{prt} \leq \sum_{p=1}^q F_{pr} + \sum_{p=1}^q F'_{pr}$$

3°.—La cantidad de producto p, que se conserva frigoríficamente en cada región r, y período t (Z_{prt}), no puede ser mayor a la capacidad máxima de conservación frigorífica de cada producto y región (F_{pr}).

$$Z_{prt} \leq F_{pr}$$

3.10.—Criterio de decisión

Como hemos señalado anteriormente, el modelo, lo que pretende es la regularización de los mercados hortofrutícolas, y más concretamente, en sus aplicaciones, pretende servir de pauta en la actuación de la Administración para conseguir la regularización de dichos mercados. Este será su primer objetivo ya definido por las relaciones que ligan las distintas variables del modelo. Ahora bien esta regularización, se puede realizar con distintos criterios de decisión.

En este estudio aplicaremos tres criterios de decisión:

- 1º.—Minimización de los costes de comercialización de todos los procesos que intervienen en el mercado integral tal como se ha considerado en este estudio.
- 2º.—Maximización del beneficio que obtienen los agricultores o fijación de un crecimiento de la renta con la actual estructura agraria.
- 3º.—Maximización del beneficio que obtiene el mercado integral en el proceso de comercialización.

3.11.—Criterio uno.—Minimización de los costes de comercialización

Los distintos costes en cada período serán:

a).—Coste total de recogida de los productos en la región productora, hasta el mercado integral situado en la misma región r, en cada período de tiempo. $\sum_{p=1}^q \sum_{r=1}^s X_{prt} T_{pr}$

b).—Coste total de las operaciones que sufren los distintos productos hasta su almacenamiento, en cada mercado integral r y en cada período t. $\sum_{p=1}^q \sum_{r=1}^s X_{prt} e_{pr}$

c).—Coste de almacenamiento de los distintos productos que entran en el mercado integral. $\sum_{p=1}^q \sum_{r=1}^s [(1-k_p) X_{prt} - z_{prt}] A_{pr}$

d).—Coste de almacenamiento en cámaras frigoríficas de los distintos productos en cada mercado integral. $\sum_{p=1}^q \sum_{r=1}^s z_{prt} A_{pr}$

e).—Coste de distribución de los distintos productos desde el mercado integral a los distintos centros de consumo. $\sum_{p=1}^q \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^s Y_{prjt} T_{prj}$

El costo total será:

$$C = \sum_{t=1}^u \{(a)+(b)+(c)+(d)+(e)\}$$

En las aplicaciones según este criterio y como reflejamos en las variables exógenas, que intervienen en el cálculo de los costes, admiten múltiples simplificaciones sin restar valor al modelo.

3.12.—Criterio dos.—Máximo beneficio de los agricultores

El beneficio será máximo para los agricultores cuando sea máximo el beneficio obtenido para cada uno de los productos que entran en el mercado integral. Así tendremos:

- a).—Ingresos totales de los agricultores para cada uno de los productos.

$$\sum_{r=1}^s \sum_{t=1}^u X_{prt} P_{prt}$$

siendo X_{prt} , la cantidad que entre el producto p, en el mercado integral r, en el período t.

- b).—Gastos totales pagados por los agricultores para cada uno de los productos.

$$\sum_{r=1}^s \sum_{t=1}^u X_{prt} C_{prt}$$

El beneficio total vendrá dado por la expresión: $B = \sum_{p=1}^q [(a)-(b)]$, que habrá que maximizar.

3.13.—Criterio tres.—Máximo beneficio del mercado integral

El máximo beneficio lo obtendrá el mercado integral, haciendo máximo el beneficio para cada uno de los productos en los que intervienen o en cada uno de los períodos de tiempo, buscando siempre la regularización del mercado y no la especulación.

- a).—Ingresos que obtiene en el período t.

$$\sum_{p=1}^q \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^s Y_{prjt} V_{pj}$$

- b).—Costes totales por la expresión calculada anteriormente (a) + (b) + (c) + (d) + (e) del primer criterio empleado (minimización del costo).

El beneficio total vendrá dado por la expresión:

$$B = \sum_{t=1}^u \left\{ \sum_{p=1}^q \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^s [Y_{prjt} V_{pj}] - [(a)+(b)+(c)+(d)+(e)] \right\}$$

que habrá que maximizar.

3.14.—Resultados obtenidos del modelo

Sea cual sea el criterio de decisión adoptado o bien aplicando indistintamente los tres, obtendremos los siguientes resultados:

- 1º.—La cantidad de producto p, que en el período t, es necesario producir en la región r, donde se encuentra situado el mercado integral.

Con este dato base, que sea diferente según el criterio adoptado, nos permitirá seguir una política de orientación a la producción mediante los siguientes caminos:

- a).—Con la misma distribución de la producción y en aquellos productos que no se necesite variar la superficie de cultivo dedicada a los mismos, se introducirán aquellas variedades o se fomentará el cultivo de las existentes, que permitan un mayor plazo de conservación y que sean más apreciadas por los consumidores.

- b).—Si la distribución de la producción origina excesos o defectos de oferta,

se tendrá que seguir una política de redistribución de la superficie dedicada a cada uno de los cultivos, procurando introducir en las nuevas plantaciones aquellas variedades que más lo aconsejen por sus propiedades.

En el caso de que exista exceso de oferta, habrá que disminuir las superficies dedicadas a ese cultivo, orientando a los agricultores hacia aquellos productos de oferta deficitaria teniendo en cuenta a los centros de consumo a los que van destinados.

Con la obtención de los flujos Y_{prt} se fija a cada centro de consumo la región productora que lo abastece, de esta forma, ante cualquier desastre climático que afecte a una región, se podrá saber la repercusión exacta que tendrá en los centros de consumo abastecidos por dicha región.

Coste mínimo para la regularización de la oferta y la de la demanda.

Con la obtención de Z_{prt} , tendremos la cantidad de producción a conservar frigoríficamente, durante el período t, con la capacidad frigorífica actual sin realizar nuevas instalaciones.

Conocida la distribución de producción y la capacidad frigorífica del mercado, así como el tiempo de conservación máximo de cada producto, se puede regularizar completamente con la demanda para cada producto.

3.15.—Elección de criterio de decisión

La elección del criterio de decisión corresponde más a una cuestión de política económica que a la solución de un problema determinado como es la regularización. No significa esto que la resolución de la comercialización de la manera más óptima no sea fundamental, pero antes que eso, muchas veces interesa sin llegar a un grado óptimo, aunque si cerca de él, que otras variables económicas, por ejemplo el mantenimiento de las rentas de los agricultores, estén por encima de la optimización del proceso.

De los tres criterios señalados en el momento de su aplicación, independientemente de que siempre se deben comparar los resultados obtenidos con los tres criterios, debemos señalar que un campo de aplicación depende fundamentalmente del grado de intervención de la Administración en el mercado de productos hortofrutícolas.

Si la Administración no actúa directamente sobre el mercado, sino simplemente procura darle una transparencia, el mercado se desenvolverá en competencia perfecta y el criterio más idóneo sería el de minimizar los costes del proceso (CRITERIO I).

Como ventaja indudable sería la evolución de la estructura productiva que para seguir los precios del mercado debería tener una dinámica en sí misma, que se procurase un marco productivo de la suficiente dimensión, que la permitiría ser viable.

Esto provocaría la aparición de muchas explotaciones marginales que no tendrían más remedio que desaparecer o unirse.

Ahora bien, si la Administración interviene en el mercado puede hacerlo por dos razones fundamentalmente:

- a).—Para mantener las rentas de los agricultores lo cual frenaría el proceso de aumento de dimensión de las estructuras productivas y mantendría una serie de explotaciones marginales.

Este caso se puede producir por un frenazo de la economía o por otras razones que no interesa una disminución rápida de la población activa agraria que se produciría en el caso de no ser viables las estructuras actuales. En este caso se aplicaría el CRITERIO II.

- b).—Para evitar el desmesurado crecimiento del nivel de los precios debido a la especulación y falta de transparencia del mercado y para una ordenación más justa del trabajo agrícola con relación a los otros trabajos en otros sectores. La Administración al regular el mercado podría buscar el máximo beneficio (CRITERIO III), para crear una corriente de renta en el sector industrial y servicio hacia el sector agrícola. De forma que canalizado este beneficio con subvenciones, tanto para modificar las estructuras productivas, como para fijar los precios a percibir por los agricultores, encontraría en su mano, un instrumento de política agraria para actuar en las dos variables estructuras-precios tan importantes en política económica.

CAPITULO IV

ORGANIZACION DE LA PRODUCCION Y COORDINACION DE LA POLITICA DE PRECIOS Y ESTRUCTURAS

4.1.—Organización de la producción y coordinación de la política de precios y estructuras

En las aplicaciones del modelo según los criterios dos y tres, se habían considerado, tanto el precio percibido por los agricultores, como el precio pagado por los consumidores así como para cada uno de los productos, región productora o centro de consumo, y período de tiempo, como variables exógenas para calcular según los valores de ellas las variables endógenas del modelo (X_{prt} , Z_{prt} , Y_{prt}).

Conocidas las variables endógenas mencionadas anteriormente después de aplicar el modelo según el criterio uno, podemos aplicar de nuevo el mismo modelo con las simplificaciones necesarias considerando los valores obtenidos X_{prt} , Z_{prt} y Y_{prt} como variables exógenas del modelo y los precios percibidos por los agricultores y los pagados por los consumidores como variables endógenas. Aplicando el modelo según los criterios dos y tres, obtendremos los valores de C_{prt} (Criterio dos) o los valores V_{prt} (criterio tres) de forma que, bien en el primer caso, una vez obtenido C_{prt} y precio cálculo de los costes y márgenes comerciales, podemos definir el precio que deben pagar los consumidores manteniendo la renta de los agricultores lo más elevada que se pueda o que se considere conveniente para el desarrollo.

Inversamente, según el criterio tres, calculado los valores de V_{pjT} , deducir los costes y márgenes de comercialización para hallar el precio que deben percibir los agricultores, naturalmente estos no serían óptimos para mantener la renta al no serlo el criterio de decisión adoptado.

De la comparación de estos dos supuestos se puede obtener unos valores aproximados para coordinar de la mejor manera posible las políticas de precios, de producción y estructuras.

4.2.—Organización de la producción agraria

Con los resultados del modelo habremos obtenido para cada uno de los productos, la superficie a dedicar en cada una de las regiones productoras que serán los datos bases para una organización de la producción ajustada a los resultados obtenidos.

Dentro de cada región nos encontraremos con los siguientes casos:

- a).—Cultivos en los que se producen excedentes en algunos productos, esto llevará, y siempre que los cultivos lo permitan, (imposibilidad de proceder a arranques de plantaciones en plena producción) a deducir las superficies dedicadas a estos cultivos.
- b).—Cultivos equilibrados donde la oferta-demanda oscila por arriba o por abajo en unas cantidades que no obliguen a establecer programas de actuación.
- c).—Cultivos deficitarios donde habrá que proceder a la implantación de nuevas superficies de cultivo mediante programas definidos.
- d).—Implantación de nuevos cultivos.

Todos estos casos llevarán además una potenciación de los medios de producción de forma que el aumento de productividad que se produzca siga el ritmo exigido por el crecimiento económico.

La potenciación de los medios de producción se obtendrá actuando en tres campos:

- 1º.—Sobre los input físicos que intervienen en la producción, cabe destacar:
 - Fomento del empleo de semillas selectas.
 - Ordenación de la producción de plantones.
 - Certificación de material de viveros.
 - Lucha contra plagas.
 - Racionalización del abonado.
 - Impulsar técnicas de cultivos protegidos.
 - Familiarización con el uso de maquinaria agrícola.
- 2º.—Investigación sobre los distintos factores de la producción; esta investigación se deberá llevar a cabo en cada una de las regiones

productoras y actuando sobre los distintos factores que afectan a la producción.

La investigación se canalizará principalmente:

- a).—Especies y variedades más idóneas desde el punto de vista de:
 - Producción.
 - Conservación.
 - Rentabilidad.
 - Resistencia a las enfermedades.
 - Resistencia a los factores climatológicos (heladas, etc.).
- b).—Sobre los distintos tipos de suelos donde se orienta la producción.
- c).—Sobre la lucha contra las plagas.
- d).—Formulación de abonados más convenientes para cada una de las especies y variedades a cultivar en las regiones productoras.

4.3.—Política de precios

La política de precios así como la de estructuras no pueden separarse, están íntimamente relacionadas, son dos poderosas palancas de la política agraria.

De los dos tipos de política a seguir, normalmente la política de precios es más fácil de establecer que la política de estructuras, que precisa un plazo más largo para que se noten sus efectos.

A largo plazo lo más conveniente es establecer una política de estructuras coherente, no solo con la de producción sino también con la comercialización e incluimos en ésta la de industrialización, completada con una política de precios o de mercados.

Podemos considerar a la hora de establecer una política de precios:

- La política de precios es un instrumento útil a efectos de ordenar producciones pero también seguir una política inadecuada de precios puede llevar al mantenimiento de explotaciones marginales, y a la aparición de excedentes en algunos productos, ambos problemas a largo plazo son muy difíciles y costosos de resolver.
- Una política de precios sólo es un elemento a la hora de configurar un crecimiento de la renta agraria pero nunca una política de precios aislada puede ordenar las relaciones de estructuras-precios.
- Es fundamental mantener el equilibrio en el sector agrario luchando contra la presión inflacionista que otros sectores de la economía ejercen sobre el sector agrícola.
- Es muy importante por parte de la Administración que todas las ordenaciones de campaña se realicen en la misma época del año, incluyendo no sólo los precios de campaña sino una tendencia orientativa a medio plazo (cinco años).

- Buscar una transparencia del mercado mediante un sistema de información que permita una política de precios activa.

4.4.—La política de estructuras

La política de estructuras se lleva a cabo principalmente mediante la actuación en dos campos claramente definidos: el jurídico y técnico.

En el primero de ellos, creando los cauces jurídicos necesarios (Ley de arrendamiento etc.) o bien complementando o adaptando a las nuevas circunstancias las existentes para así poder potenciar el aumento de la base territorial de las explotaciones.

Asimismo de una forma técnica se puede conseguir el aumento del número de explotaciones viables, aumentar la dimensión media de las parcelas utilizadas o la implantación de nuevos regadíos.

La elección de uno u otro campo de actuación depende de los problemas que tienen planteados en cada una de las regiones. Para conseguir una política de estructuras no se debe actuar sólo sobre un campo, jurídico o técnico sino que las medidas adoptadas en ambos campos deben ser coherentes y canalizadas a la resolución de los problemas planteados, buscando su realismo en cada una de las regiones.

Los problemas más inminentes planteados por la política de estructura son:

- Muchos agricultores si no consiguen en un corto plazo una mejora de sus estructuras se encontrarán con dificultades crecientes de renta, de financiación, ya que los costes siguen una tendencia creciente.
- La política de estructuras no debe inhibirse a la hora de fijar las producciones ya que hoy día no se trata solamente de poner nuevas tierras en producción o mejorar las existentes sino de producir lo que necesita el país.
- Las rentas agrarias aumentan como consecuencia de una política de regadíos pero pueden sufrir grandes deterioros como consecuencia de situaciones excedentarias que pueden provocar caídas de precios en toda la nación.

4.5.—Coordinación de las políticas de precios y de estructuras

Para llevar a cabo una adecuada ordenación de producciones se necesita una coordinación de las políticas a seguir en materia de precios y de estructuras para corregir los desequilibrios existentes.

La coordinación de ambas políticas se debe realizar mediante los siguientes criterios:

- Detectar los desequilibrios duraderos entre la oferta y la demanda para cada producto o bienes de producto.
- Para cada producto establecer un programa de actuación tendente a

ordenar las producciones teniendo en cuenta el resto de los productos:

—Este programa debe comprender:

- Medidas de precios.
- Mejoras estructurales.
- Fomento de calidad, etc.

—Fortalecer el programa con todos los instrumentos de política agraria (créditos, subvenciones, etc.).

Ejecución del programa por la Administración.

—Crear el canal financiero necesario para llevarlo a cabo.

—Controlar la ejecución del programa.

—Medición de los resultados obtenidos por la ejecución.

Con los resultados obtenidos en el modelo y siguiendo los criterios dados anteriormente con el fin de coordinar el triángulo producciones-estructuras-precios, tendremos la forma más adecuada a mi juicio, para regular la oferta-demanda por cada propietario.

Esta regularización nunca será perfecta y obligará a tomar gran número de medidas coyunturales pero a largo plazo se obtendrá esa regularización con un aumento de las rentas agrarias, favorecidas por una evolución del índice de precios sin grandes oscilaciones y la política de estructuras que fomentará cada día más un aumento de la base de las explotaciones.