

MIGUEL OLMEDA

El tiempo en los modelos de economía agraria

1. INTRODUCCION

El tiempo y el espacio son factores que intervienen de manera decisiva en la actividad económica, Pensemos que el desarrollo económico de los países ha llevado a una mayor especialización de la producción y a un fuerte incremento de los intercambios de bienes. En este sentido, muchos autores resaltan la importancia de la comercialización, que presta unos servicios básicos conducentes a situar el producto en las manos de los consumidores en el lugar y momento adecuados y en la forma que sus gustos y preferencias demandan.

En el análisis de los problemas económicos, no debe prescindirse del factor temporal. El tiempo o fecha de un suceso es una variable importante en los procesos de producción y consumo. Así, Hicks¹ afirma: "En economía dinámica se hacen preguntas sobre *cuándo* se emplean los factores productivos y *cuándo* se obtienen los productos... e incluso, dedicamos una atención especial a la forma en que los cambios en esas fechas influyen sobre las relaciones entre factores y productos".

A pesar de ello, los economistas han prescindido en numerosas ocasiones del factor temporal en sus análisis, debido fundamentalmente a la dificultad que entraña la adición de la variable tiempo². De esta

1. J.R. Hicks en (23) pág. 129.

2. Así se manifiesta K.E. Bouding en (11) pág 736; "Algunos de los problemas más difíciles relacionados con la adopción de decisiones económicas se centran en torno al hecho de que el tiempo o fecha de un suceso, en relación con otros, es una variable económica importante. Lo que importa en economía no es el "que" sino también el "cuando"... Es decir, de las fechas de los diversos sucesos... En algunos procesos de producción y en todos los de consumo existe una elección con respecto a estas fechas: cuándo cortar un árbol, o beber un vino, o ahorrar...".

manera, los autores clásicos no incluyeron en sus obras esta dimensión temporal y utilizan la estática económica en su doble vertiente metodológica del Equilibrio General (De Walras-Pareto y la Escuela de Lausana) y del Equilibrio Parcial (De Marshall y la Escuela de Cambridge). Únicamente los autores alemanes y austriacos, más preocupados por el tratamiento temporal del capital, lo incluyen en sus trabajos sobre teoría de la inversión.

Sin embargo, como señala Hicks³, la abstracción total del tiempo en la estática económica no es posible aunque se hable de cortísimos periodos de tiempo, como ocurre en la “producción instantánea”, en el sentido de Ragnar Frich⁴. Esta falta de adecuación con la realidad, lleva a los economistas a dar un primer paso en la concepción dinámica de la Economía: la economía estacionaria⁵, que consiste en considerar la actividad económica como una sucesión de actos, que se repiten periódicamente en el tiempo.

Castañeda señala⁶ que el movimiento supuesto por la economía estacionaria consiste en la repetición de los mismos hechos o actos como si de un “movimiento uniforme” se tratara; y de ahí su descalificación, por tratarse de unos supuestos demasiado restrictivos y alejados de la realidad⁷.

Dejando de lado las controversias sobre la estática, la estática comparativa y el equilibrio intemporal⁸, pasamos a referirnos brevemente a la dinámica económica que tanto ha preocupado a los economistas de este siglo. Baumol⁹, define la dinámica económica como el estudio de los fenómenos económicos en relación con acontecimientos precedentes y posteriores. Dicha definición es recogida por Shapiro¹⁰ y comentada más ampliamente. Así, habla de la incorporación explícita del tiempo en los modelos económicos, dividido el tiempo en periodos y viendo

3. Hicks en (23) pág 129 y siguientes afirma: “Por ahora nos hemos estado ocupando de economía estática, y esto de un modo muy estricto, pues nos hemos ajustado muy *rigidamente* a la regla de abstenernos de toda sugestión respecto a fechas. La mayor parte de los economistas que se han ocupado de estos problemas no han sido tan estrictos... Es verdad que se sigue el método habitual de los economistas del siglo XIX y se da a la teoría estática un ligero sabor dinámico, así se puede lograr que parezca mucho más aplicable directamente al mundo real... Pero seguirá siendo inadecuada para tratar como se debe del capital, el interés, las estructuraciones económicas o incluso del dinero -problema todos ellos en los que tiene importancia esencial el dar una fecha a las cantidades económicas...”.

4. Ragnar Frisch, en (21) pág 30-31.

5. Que Samuelson define en pág 325 de (44) de la siguiente manera: “Estacionario es un término descriptivo que caracteriza el comportamiento de una variable económica en el tiempo; usualmente implica la constancia, pero a veces se emplea en un sentido más general comprendiendo el comportamiento que se repite periódicamente en el tiempo”.

6. En (17) pág. 75.

7. Véase Hicks en (23) pág 132 y siguientes.

8. Véase Castañeda en (17) pág 75 a 78; Samuelson en 44 pág. 323 a 326 y Shapiro en 46 pág. 136.

9. En (9) pág. 4.

10. En (46) pág. 134 a 138.

como varían las variables económicas en el periodo, en relación con los periodos precedentes y futuros¹¹.

Los pioneros en los estudios de la dinámica económica son sin duda los discípulos de Knut Wicksel¹²: Myrdal, Lundberg y Lindahl¹³ y con el desarrollo del análisis dinámico se contribuía a explicar las fluctuaciones económicas y se avanzaba en la elaboración de una teoría del crecimiento económico.

A todo lo largo del siglo XX, los economistas se han dedicado al estudio de la dinámica económica. A este respecto E. James señala¹⁴ que los estudios contemporáneos de dinámica han planteado más problemas que los que han sido capaces de resolver y agrupar los intentos realizados en 3 grandes tipos:

- a) creación de instrumentos de análisis para los estudios dinámicos
- b) explicación de ciertos fenómenos, como las fluctuaciones económicas
- c) estudio del crecimiento a Largo Plazo

Centrándonos en las fluctuaciones de la actividad económica, y dejando aparte las controversias, una cosa es evidente: el crecimiento económico mantiene una tendencia ("trend") de alza que se ve acompañada de vez en cuando por fluctuaciones o perturbaciones de las magnitudes económicas ("ciclos económicos"). "Un ciclo se puede definir como un movimiento ondulatorio, repetido, en el valor de una variable económica, en el tiempo"¹⁵, y la variable puede ser macroeconómica o microeconómica; es decir puede tratarse de la variable renta nacional o de la variable precio de mercado del trigo.

Quizá lo más importante a señalar es que los ciclos son fluctuaciones alrededor del "trend" ó línea de tendencia a largo plazo, que existen numerosos ciclos estudiados por diferentes autores¹⁶ referidos a distintas variables; de los que destacan los precios y la producción¹⁷. Así, la literatura económica sobre el tema, destaca la existencia de hiperciclos, ciclos mayores, ciclos menores, movimientos a largo plazo de los precios y trends seculares de los precios y de la producción. Estas fluctuaciones se superponen y se apoyan mutuamente, de manera que a corto plazo los precios y cantidades presentan oscilaciones cíclicas

11. Véase Shapiro en (46) y también a D.C. Rowan en 43 pág. 116 a 118.

12. Fundador de la Escuela Sueca.

13. Myrdal desarrolla el análisis de las "expectativas" y Lundberg y Lindahl utilizan el análisis de secuencias y explican los procesos de ajuste de las variables económicas en el tiempo, (véase R. Barre en (8) pág 60).

14. En (24) pág. 380 y siguientes.

15. D.C. Rowan en (43) pág. 340.

16. El pionero fue Clément Juglar (1860) y también cabe destacarse a Aftalion, Lescure Kondratieff, Kitchin, Hansen, Spiethoff, Simiand, Mitchell, Burns, Hyndman, Shumpeter, Tinbergen, etc. Véase E. James en (24) pág. 388 y siguientes y M. Niveau en (33) pág. 126 a 143.

17. Desde el punto de vista empresarial.

y a largo se registra un trend de la producción en alza y un trend de precios que, en ocasiones, ha invertido la tendencia¹⁸. Este característico ritmo de alzas y bajas en el desarrollo económico también recibe el nombre de “movimientos coyunturales” y según Schumpeter se clasifican en:

- a) movimientos de larga duración o ciclos de Kondratieff
- b) movimientos de media duración o ciclos de Juglar
- c) movimientos de corta duración o ciclos de Kichin

2. EL TIEMPO EN LOS MODELOS ECONOMICOS

El profesor Allen¹⁹ utiliza dos tipos de análisis para estudiar las variables precio y cantidad, con respecto a su dimensión temporal: el análisis por periodos y el análisis continuo. En el primero los valores del tiempo varían en forma discreta y en el segundo varían en forma continua. Y clasifica a los modelos económicos, desde el punto de vista de la dimensión temporal, de la siguiente forma:

a) *modelos dinámicos simples:*

El modelo de la telaraña y el modelo dinámico continuo, constituyen una formulación dinámica básica, que revela las características de los modelos dinámicos más complejos. En el primero, se efectúa el análisis por periodos y tienen un retardo fijo de un periodo en el lado de la oferta. El segundo es un modelo continuo donde el precio, oferta y demanda son funciones continuas del tiempo; pero la variación del precio solo afecta a la demanda.

b) *modelos con existencia de stocks*

En los modelos del apartado anterior se supone que no existen stocks o bien que se mantiene a nivel constante; los modelos pueden generalizarse caso de existencia de stocks variables.²⁰

c) *retardos en los modelos dinámicos*

Los autores reconocen que en los modelos dinámicos existen “retardos” o “efectos diferidos” y dedican especial atención a los diversos tipos y formas que puede presentar²¹. Resaltan los modelos de

18. Véase M. Niveau, obra y páginas citadas.

19. En su obra *Economía Matemática* (1) pág. 7 y siguientes.

20. Véase Allen en (1) pág. 23 donde desarrolla los modelos I y II (para análisis periódico) y los modelos III y IV (para análisis continuo).

21. La clasificación de retardos en fijos, distribuidos, escalonados y geométricos, puede consultarse en Allen, obra citada en (1) pág. 33 a 40 y los retornos escalonados (distributed lags) en K.F. Wallis: en (50) pág. 70 a 75.

Koyck, Phillips y Vidale-Wolfe²². De entre sus aplicaciones, cabe resaltar su utilidad en el campo de la mercadotécnica²³.

d) *modelos dinámicos macroeconómicos*

Merecen destacar en este apartado las formulaciones dinámicas del multiplicador, del acelerador y del acelerador-multiplicador, debido fundamentalmente a Allen, Phillips, Harrod-Domar y Samuelson-Hicks y la teoría de los ciclos económicos de Samuelson-Hicks, Gopodwin, Kalecki y Phillips.

Otro aspecto importante del tratamiento del tiempo en los modelos económicos lo encontramos en la *teoría de la inversión*. Así la preocupación por la dimensión temporal del capital ha estado siempre presente, en varias generaciones de economistas, sobre todo en los pertenecientes a la escuela marginalista.

Evidentemente la inversión tiene una dimensión temporal porque a lo largo del tiempo se producen variaciones en el valor de lo adquirido²⁴, variaciones en el valor del dinero y porque las inversiones generan unos flujos de cobros y pagos²⁵.

Por último, vamos a referirnos brevemente a la dimensión temporal de la *teoría de la producción*, siguiendo la inmejorable exposición de los profesores R. Frisch y E. Ballesteros²⁶.

En el capítulo 4^o de Frisch (cuya traducción al francés en 1963 corresponde a la 9^a edición danesa) aparece la distinción entre *producción instantánea* y *producción temporal*, que viene a ser algo así como la diferencia básica entre la *teoría estática* y una *teoría dinámica* de la producción. El autor comienza afirmando que en todo proceso productivo siempre transcurre un lapso de tiempo ("período de producción") y que por ello una Teoría de la Producción General debe considerar a todos los factores productivos y a los productos como funciones más o menos continuas del tiempo. Ante la complejidad que podría presentar la existencia de numerosas relaciones y correlaciones entre dichos factores el autor aboga por la no consideración del tiempo como factor esencial y se limita al análisis de las variaciones de un factor en la producción considerada en función del tiempo.

El resto del capítulo lo dedica a profundizar en el concepto de fase y cadencia de la fase, entendiendo por *fase* la actividad consistente en la introducción, en un intervalo determinado, de un factor en el proceso productivo. La cadencia de la fase viene medida por el ritmo de

22. Véase Allen y Wallis en (1) y (50) y Kotler en (26).

23. Véase Kotler en (26) capítulo 5 pág. 127 a 147, donde figura además una extensa relación de autores que han trabajado en el tema.

24. En las inversiones reales, esta variación es de signo negativo, porque se traduce en una depreciación de los equipos o instalaciones. En las inversiones financieras, puede presentarse depreciaciones o revalorizaciones.

25. Véase E. Schneider, en (45).

26. E. Ballesteros, en (6) capítulo 8 y R. Frisch en (21) capítulo 4.

desarrollo de la fase. Mediante el estudio de la sucesión y el esparcimiento de las fases, y utilizando un diagrama de fases explica la diferencia entre los procesos de producción de *cronología fija* (cuando la cadencia del proceso global no se puede acelerar) y de *cronología elástica* (que permite reducir la duración del proceso). Termina definiendo el período medio de producción²⁷ y aludiendo a la importancia del riesgo y de las expectativas en la teoría de la producción²⁸.

R. Frisch dedica la parte final de su obra²⁹ a un desarrollo minucioso de la Teoría Dinámica de la Producción y de los dos problemas básicos que ello conlleva: el de la depreciación y el de los efectos de las variaciones de los precios. El fenómeno de la depreciación, es decir, “de la disminución del valor del capital por el uso o simplemente en razón del paso del tiempo” le lleva a estudiar diferentes problemas relativos a la depreciación y al proceso de reinversión en masas de capital de naturaleza diversa; engarzando de esta manera la teoría de producción, la teoría de la inversión y la dimensión temporal de ambas.

Por último, y con respecto al problema de las variaciones de precios, R. Frisch sólo apunta lo siguiente: “Cuando es necesario organizar una producción según un plan a Largo Plazo, lo esencial no es el nivel de precios actuales, sino el nivel probable de los precios futuros”.

La teoría parte de los conocidos “modelos de la producción instantánea” basados en la utilización de funciones de producción convencionales (donde se hace abstracción del tiempo) y por tanto, la función de producción es del tipo:

$$x = f(v_1, v_2, \dots, v_n) \quad (1)$$

donde se expresa: que para una técnica constante, la cantidad de producto x obtenida depende de las cantidades de factores $v_1, v_2 \dots v_n$ según una relación funcional dada por f .

En la teoría de la producción instantánea no se tiene en cuenta que todo proceso productivo requiere de un cierto lapso de tiempo para realizarse ni la influencia que este hecho puede tener sobre el resultado económico de la producción. Por ello se ha desarrollado una teoría de la producción temporal y en este punto considera que “la idea de producción instantánea iba ya incluida implícitamente en la idea de técnica constante, como simple caso particular. Si la técnica es constante, las operaciones del proceso de producción deben rea-

27. Un proceso cerrado es una actividad productiva tal que podamos especificar todos los elementos del factor productivo que participan en la obtención de un producto determinado; por ejemplo, el cultivo de patatas en una explotación dada. En él, el período de producción es la media ponderada de unos coeficientes, que indican el tiempo transcurrido entre la aplicación de los diferentes factores y la obtención del producto.

28. Véase R. Frisch, en (21) pág. 40-41.

29. Capítulos 16 al 19.

lizarse siempre en los mismos períodos de tiempo, marcados por la técnica que se esté utilizando³⁰.

Para la elaboración de una teoría de la producción temporal se utiliza una metodología paralela a la de la teoría convencional, considerando el caso más real de que se introduzca en la función de producción las fechas en que se obtiene el producto. Así, de una función de producción del tipo (1) pasamos a otra del tipo:

$$x = f(v_1, t_1; v_2, t_2; \dots; v_n, t_n; T) \quad (2)$$

denominada Función de Producción Temporal y donde se caracteriza a cada factor productivo por su cantidad (v_i) y por su fecha de aplicación (t_i); así mismo, el producto viene caracterizado por la cantidad (x) y la fecha de su obtención (T).

Se avanza, después en la definición de conceptos tales como relación marginal de sustitución en el tiempo, isocuanza temporal, etc. y se termina engarzando la nueva teoría con la teoría de la inversión, porque "los precios de los factores deben ser corregidos para tener en cuenta el interés del dinero". Ello le lleva al estudio de la conveniencia de una inversión, de la tasa de rendimiento interno del proceso de producción, de la actualización de dicha tasa, del período de maduración y velocidad de rotación del capital circulante y por último, del período de maduración monetario.

En España, puede señalarse como hacemos más adelante la aportación del profesor Ballester, por la incidencia que han tenido en los trabajos de varios de sus discípulos y de otros autores³¹.

3. MODELOS DINAMICOS EN ECONOMIA AGRARIA

Si la dimensión temporal de algunas magnitudes económicas tiene una gran repercusión en los modelos económicos, en economía agraria quizá la importancia de la variable tiempo sea todavía mayor, debido a las especiales características de la producción y de los mercados agrarios. Basta citar los continuos desajustes entre oferta y demanda, junto con las crisis de precios³², provocados por la dificultad de predecir el futuro y de elaboración de expectativas por parte de los agricultores, que se enfrentan a unas producciones, donde los rendimientos están sujetos a factores incontrolables y a unos precios "es-

30. Ballester en (6) pág. 161.

31. Sobre todo, el reto ha sido recogido por los profesores Caballer y Romero que con sus trabajos han abierto nuevas líneas de investigación de extraordinario interés en el campo de la economía agraria aplicada.

32. Puede hablarse de "crisis" y de "ciclos" de precios.

perados” de difícil cuantificación y previsión. En estas condiciones, las decisiones en el campo de la economía agraria son extraordinariamente complejas.

En lo que sigue, vamos a estudiar el influjo de la variable tiempo en los modelos de economía agraria desde una doble vertiente: la consideración del largo y del corto plazo, pero evitando en esta primera fase el tratamiento del riesgo y de incertidumbre. En el corto plazo, nos centraremos en el análisis del tiempo como factor de producción³³. En cuanto al enfoque más general de los modelos dinámicos en economía agraria, podemos estructurarlo de la siguiente manera:

3.1. *Características y fluctuaciones en el tiempo de la oferta y los precios agrarios.*

- a) La formulación del precio y la adaptación retardada de la oferta
- b) La tendencia a largo plazo del nivel de precios agrarios.
- c) Las fluctuaciones cíclicas de precios y producciones.
- d) Las fluctuaciones estacionales.
- e) Los movimientos erráticos y a corto plazo del precio.

3.2. *La consideración de la variable tiempo como factor de producción.*

Volviendo al tema de las características y fluctuaciones en el tiempo de la oferta y los precios agrarios, debemos dejar constancia de que se trata de un tema sobre el que existen numerosos trabajos y publicaciones³⁴; por ello, nos limitaremos al tratamiento de los precios de mercado en una economía donde no existen ni precios políticos ni regulación por parte del Estado; para ello contamos como guía con los excelentes trabajos de Hans Stamer³⁵, Alberto Coscia³⁶ y Roderich Plate³⁷.

a) La formulación del precio y la adaptación retardada de la oferta.

En la producción agraria siempre media un lapso de tiempo pronunciado entre la siembra y la recolección; por ello, los agricultores toman sus decisiones de producción según un sistema de expectativas (creencias racionales ante la incertidumbre, como define Ballesteros)³⁸. Es decir, que el empresario agrario debe estimar los precios que espera alcanzar al final de cosecha. Cuando equipara el precio esperado al precio actual y no se cumplen las previsiones, puede llegarse a una adaptación “retardada” de la oferta por el mecanismo de

33. Véase apartados 4 al 7 de este trabajo.

34. Con el desarrollo de la econometría el análisis de precios agrarios se ha convertido en uno de los capítulos más tratados en Economía Agraria.

35. En (49) pág. 147 a 211.

36. En Economía Agraria, pág. 152 a 173. Ed. Hemisferio Sur.

37. En (37) pág. 210 a 231.

38. En (6) pág. 51.

Ezequiel³⁹, conocido en la literatura por "Teorema de la telaraña"⁴⁰.

Según Wallis⁴¹ existen tres procedimientos para el estudio de las expectativas de los agentes económicos, cuando estas influyen en su comportamiento. El primero consisten en observar directamente los valores de las expectativas: por ejemplo, mediante encuestas sobre los valores de las variables explicativas. El segundo procedimiento consiste en la introducción de hipótesis acerca de los resultados a que llegaría mediante métodos de elaboración de expectativas. El tercer procedimiento se basa en la realización de un supuesto específico en relación con el mecanismo de formación de las expectativas de adaptación ha sido utilizado por Marc Nerlove en el estudio de la dinámica de la oferta agraria⁴².

El modelo de Nerlove⁴³ se desarrolló en 1958, al comprobar su autor que en estudios anteriores se llegaba a la conclusión de que la respuesta de los agricultores de EE.UU. era poco sensible ante los programas de mantenimiento de precios; Nerlove utiliza el procedimiento de la hipótesis de las alternativas de adaptación, es decir supone que el agricultor revisa cada año sus expectativas y las corrige en proporción a los errores cometidos en períodos pasados.⁴⁴

b) La tendencia a largo plazo del nivel de precios agrarios.

Las variaciones de los precios a largo plazo se deben a los cambios en la oferta y demanda, provocados a su vez, por variaciones de los ingresos, de los precios y del progreso técnico. El estudio de las variaciones a largo plazo ("tendencias" o "trend") de los precios fue iniciado por Kondratieff en 1926 y posteriormente por autores como Spiethoff, Jöhr, Clausing, Guitton, Imbert, Fellner, Cassel, Woytinski, Kitchin, Simiand, Kuznets, Dupriez, etc.⁴⁵; en el caso de precios agrarios, deben destacarse a Sering y Abel⁴⁶

39. M. Ezequiel en (19).

40. Véase en Stamer, en (49) pág. 149 a 153, la expresión del teorema y los gráficos explicativos de la adaptación retardada de la oferta según varios tipos de movimientos: amortiguado, circulares y explosivo. Frente a esta expresión más gráfica, podemos encontrar una exposición analítica en Allen: (1) capítulo 1 y en Wallis: (50) capítulo 3.

41. Obra citada, pág. 75 a 82.

42. También por Phillip Cagan, en el estudio de la inflación y por Milton Friedman en la función de consumo.

43. Véase Nerlove en (31) y Nervole, M. Bachmann, K.L. en (32).

44. Por su interés, el lector interesado puede consultar la obra de Wallis, sobre todo el § 3.4, dedicado al estudio analítico de los retardos escalonados ("distributed lags") junto con la simplificación de Koyck y el § 3.5, en donde se expone el comportamiento de los agentes económicos ante la existencia de retardos escalonados, con especial referencia y desarrollo del modelo de Nerlove.

45. Véase M. Niveau en (33) pág. 129 a 138.

46. Citados por Stamer, en (49) pág. 156.

c) Las fluctuaciones cíclicas de precios y producciones.

Las fluctuaciones cíclicas son ocasionadas por la adaptación retardada de la oferta. Un ejemplo clásico de fluctuaciones cíclicas de precios y producciones es el "ciclo del cerdo", que puede ser explicado por el teorema de la telaraña. En efecto, en la producción agraria la oferta es función del precio esperado, siendo éste parecido al del año anterior. Así, si un año los precios han sido elevados, los agricultores aumentan sus producciones, con lo cual descienden los precios. Ante estos precios, los agricultores vuelven a disminuir su oferta, lo que da lugar a una elevación de precios y así sucesivamente. De esta manera, el precio no se establece en el punto de equilibrio, sino que fluctúa alrededor de él.

La aparición de estos ciclos se debe fundamentalmente a las siguientes razones:

- 1) El retraso de cierto tiempo (generalmente un año) entre el precio y los ajustes de la producción debidos a dicho precio.
- 2) Que los agricultores toman sus decisiones tomando como referencia los precios actuales.
- 3) La atomización de la producción dificulta para cada agricultor su conocimiento sobre el volumen de producción de los restantes agricultores y por tanto desconoce el efecto de su propia producción sobre los precios; por ello, recurre a equiparar el precio actual con el precio esperado.

Con respecto a la forma y propiedades de estos movimientos cíclicos, puede demostrarse fácilmente que si la oferta es más elástica que la demanda, los ciclos son divergentes (es decir, el precio se aleja cada vez más del precio de equilibrio), mientras que si la oferta es menos elástica que la demanda, los ciclos son convergentes (las fluctuaciones de precios convergen hacia un punto de equilibrio).

En un reciente trabajo del profesor Ballestero⁴⁷ se desarrolla formalmente un modelo de ciclo corto acotado por una curva de transformación (Modelo de Ballestero). Se trata de construir un modelo de telaraña que conduzca a ciertos resultados, sobre acotación y convergencia del ciclo, más acordes con la realidad. En efecto, en los modelos de ciclo corto los precios pueden tomar valores alejados del precio de equilibrio, con lo cual se puede llegar a ciclos divergentes (el precio se aleja del punto de equilibrio). El análisis de acotación tiene interés pues se pueden atenuar o incluso eliminar los efectos del ciclo divergente.

El modelo de Ballestero se basa esencialmente en la conexión entre la curva de transformación de productos y las curvas típicas de telaraña. Partiendo de 3 supuestos poco restrictivos y procediendo al

47. Véase, Ballestero en (7) pág. 73-93.

estudio de los puntos de intersección de las curvas de reacción y de demanda se puede llegar a la acotación del ciclo. Según Ballestero, un ciclo con precios estrechamente acotados se comporta de manera similar a un ciclo convergente; con ello se llega a situaciones más coherentes con la realidad.

Las condiciones que deben cumplirse para asegurar la convergencia del ciclo son sencillas

- 1) Las funciones de demanda y de reacción deben ser lineales entre las cotas superior e inferior del producto.
- 2) El precio mínimo del producto ha de ser mayor que el coste variable unitario (condición necesaria y suficiente para la convergencia).

La linealidad de la curva de reacción se asegura si se puede ajustar satisfactoriamente una parábola al polígono de transformación; pues tomando como curva de transformación una función parabólica la reacción resulta lineal por tratarse de la derivada de una función cuadrática.⁴⁸

Existen numerosos estudios en economía agraria aplicada destacando los de Ezequiel, Hanau, Plate, Böckenhoff, Shepherd, Kohls, Lorie, Weber, Rouilleau, Plate, Fisher, Heineke, Mittendorf, Strecker y Saft⁴⁹ sobre aves, vacuno y productos vegetales.

d) Las fluctuaciones estacionales.

Las fluctuaciones estacionales en agricultura se presentan por el hecho de que la recolección se concentra en ciertos períodos, mientras que el consumo se distribuye casi uniformemente a lo largo del año (aunque también existen influencias climáticas y del uso y la costumbre que puedan dar una cierta componente estacional a la demanda). De esta manera, cada producto agrícola tiene su variación estacional de precios, que será más o menos acusada en función de la estacionalidad de la producción y de la mayor o menor dificultad para el almacenamiento y conservación del producto.⁵⁰

En este sentido, el empresario individual debe partir de la existencia de unos precios agrarios sometidos a fuertes variaciones estacionales y elaborar sus estrategias ante el riesgo que le pueda suponer el incurrir en unos costes adicionales (bien sean por la reestructuración varietal, los tratamientos hormonales o los costes de conservación y almacenamiento) a cambio de unas retribuciones que él espera que sean superiores pero que pueden ser inferiores, bien porque el resto de

48. Véase, sobre todo: H. Stamer en obra citada pág. 173 a 181; G.S. Shepherd en (48) capítulo 10; Wienberg y F. Sobrino en (52) y Caldentey en (16).

49. Véase H. Stamer, obra citada pág. 182 a 193, Shepherd, obra citada, pág. 155.

50. De aquí la importancia que tiene la planificación varietal y los tratamientos hormonales en la regulación de los períodos de recolección. Así como, del desarrollo de nuevas técnicas para la conservación (Volveremos sobre estos aspectos más adelante).

agricultores actúe de idéntica forma o porque hay un descenso de precios provocado por otras causas.⁵¹

e) Los movimientos erráticos y a corto plazo del precio.

Bajo la denominación de movimientos erráticos, irregulares o coyunturales se engloban una serie de variaciones de precios, no previsibles y debidos a una serie de factores diversos, como variaciones anormales de las cosechas, variaciones en el comercio y los precios internacionales (que se trasladan al mercado interior), modificaciones repentinas en la demanda, variaciones sensibles en los precios de productos sustitutivos y complementarios, interrupciones del proceso productivo, intervención del sector público en la regulación del mercado, etc.

Estas variaciones, provocadas fundamentalmente por factores exógenos, tienen un difícil tratamiento en el proceso de la toma de decisiones del agricultor o empresario agrario; aunque en econometría sean fácilmente aisladas mediante métodos estadísticos.⁵²

4. EL TIEMPO COMO FACTOR DE PRODUCCION

En un planteamiento de la teoría de la producción agraria a corto plazo, podemos abordar el análisis de la variable tiempo considerada como factor de producción. Para ello, vamos a realizar la siguiente clasificación:

- a) El tiempo en procesos de producción.
- b) El tiempo en proceso de almacenamiento.
- c) El tiempo en la planificación empresarial.
- d) La consideración de técnicas constante y variable. El cambio de técnica.

a) *El tiempo en procesos de producción.*

Una de las líneas que sigue la investigación moderna es el tratamiento del tiempo en las funciones de producción, denominada por J.L. Dillon "Response Efficiency Over Time"⁵³. Para Dillon el tiempo no puede considerarse como un factor fijo ni los procesos de producción como instantáneos. Incluso llega a afirmar que en muchas producciones la influencia del factor tiempo es más importante que la influen-

51. Véase apartados 4 al 6 de este trabajo y los capítulos correspondientes de las obras de Stamer y Shepherd.

52. El agricultor debe tenerlas en cuenta en la elaboración de sus expectativas, pero nada puede hacer para evitarlas.

53. J.L. Dillon en (18) capítulo 3.

cia de los factores físicos.⁵⁴ En efecto, el tiempo puede afectar directamente a la respuesta física del proceso de producción y también puede ejercer influencia en las respuestas como consecuencia de sus efectos sobre los precios, sobre la función objetivo y a través de la incertidumbre sobre el futuro.

En cuanto a la *influencia del tiempo en las respuestas físicas del proceso productivo*, Dillon señala cuatro direcciones:

1) El estudio de aquellos procesos de producción donde el tiempo actúa como un input variable que debe ser incluido explícitamente en la función de producción (o de respuesta). Es decir, se trata de procesos donde el tiempo puede hacer variar la importancia de los factores fijos o influir directamente en la cantidad de cosecha.

2) Estudio de procesos de producción con inputs ligados a la duración del proceso. Así ocurre en algunos procesos ganaderos donde el consumo total de piensos depende de la duración del período de engorde y de la combinación de varios elementos nutritivos en la ración diaria.

3) Estudio de los procesos en que la cantidad de producto obtenida depende de la frecuencia de una determinada operación o aportación de input. Así, la producción total de leche de vaca varía con el patrón de ordeño seguido (o número de veces en que se procede al ordeño).

4) Estudio del efecto "carry-over" o efecto residual de la producción en el período observado será una función de los inputs de un período y de los inputs residuales de otros períodos.⁵⁵

b) *El tiempo en procesos de almacenamiento.*

Las empresas agrarias cuando efectúan operaciones de almacenamiento consiguen transformar el valor de los productos al trasladarles temporalmente desde el momento de recolección al de consumo. De aquí, la importancia de la variable tiempo en dichos procesos.

Las líneas de investigación seguidas podemos clasificarlas en dos grandes grupos:

- 1) Modelos de primas óptimas en la entrega de cosechas.
- 2) Modelos de duración óptima. Calendarios eficientes.

Ambas líneas de investigación han sido desarrolladas por el equipo de investigadores que dirige el profesor Ballesterro. Las ideas básicas

54. "Indeed, often the influence of time on response efficiency is much more pervasive and complex than the influence of physical inputs" en (18) pág. 64.

55. Con respecto a la influencia del factor tiempo en los precios, en la función objeto y en la planificación, véase a Dillon en (18) pág. 66 a 80.

sobre el estudio de primas aparecen por primera vez en un trabajo de E.Ballestero ⁵⁶ y son posteriormente desarrolladas por C.Romero ⁵⁷, dejando abierta así una línea de enormes posibilidades en la investigación aplicada de economía agraria, como veremos más adelante ⁵⁸.

En cuanto a los modelos de duración óptima en el almacenamiento, tienen el precedente en el trabajo de Vicente Caballer ⁵⁹ dónde pone de manifiesto la importancia de los modelos de optimización temporal ⁶⁰ en la empresa agraria, sobre todo porque se trata de elaborar criterios para la toma de decisiones sobre variables estacionales. En el mismo sentido, podemos señalar los trabajos de R.Alonso y M. Olmeda ⁶¹.

c) *El tiempo en la planificación empresarial.*

Dentro de este apartado ya hemos comentado algunos aspectos con anterioridad (modelos de optimización temporal, primas y calendarios) quizá nos falta incluir el problema de las alternativas y rotación de cultivos, según lo plantea Ballestero ⁶² en el estudio de la programación de la empresa agraria.

d) *La consideración de técnicas constante y variable.
El cambio de técnica.*

En la realidad agraria podemos encontrar interesantes ejemplos de cambio de técnica ⁶³ en procesos de producción agraria, provocados básicamente por la influencia de la variable tiempo. Así ocurre con la fermentación de quesos, la maduración y envejecimiento de vinos, los tratamientos hormonales para lograr la modificación de los calendarios de recolección y uso de cámaras frigoríficas y atmósfera controlada en el almacenamiento de determinados productos.

56. E. Ballestero, en (5).

57. C.Romero, en (38) y (40).

58. Véanse los apartados 6 y 7.

59. V.Caballer, en (14).

60. V.Caballer, en (12) y (13).

61. R.Alonso, en (4) y M.Olmeda, en (34).

62. E.Ballestero en (6) pág. 286-287.

63. Véase Ballestero en (6), pág. 76 a 89, donde expone con rigor cuestiones relacionadas con el cambio de técnica y técnica óptima en procesos de producción agraria y también a R. Frisch, en (21) capítulo 3, que está dedicado al estudio de técnica constante y los cambios de técnica.

5. EL PROBLEMA DE LAS FECHAS DE SIEMBRA Y RECOLECCION

En la teoría de la producción agraria el tiempo puede ser considerado en la función de producción, teniendo en cuenta la duración de los factores productivos, pero sin llegar a explicitarlo como un nuevo factor. En este sentido se expresa Ballestero ⁶⁴ cuando define a la función de producción temporal de la siguiente manera: "Puesto que no es igual, ni técnica ni económicamente, sembrar o labrar en una fecha o en otra distinta, caracterizaremos cada aplicación de un factor i por dos números (v_i, t_i) . El primero (v_i) representa la cantidad de factor aportado; el segundo (t_i) la fecha en la que el factor se aplica. La nueva función de producción temporal será entonces:

$$x = f(v_1, t_1; v_2, t_2; \dots; v_n, t_n; T)$$

siendo:

$$\begin{aligned} x &= \text{cantidad de producto} \\ T &= \text{fecha en que se obtiene la cosecha.} \end{aligned}$$

De esta manera, "dos factores deben ser considerados como distintos, aunque sean físicamente el mismo factor, siempre que se apliquen en distintas fechas".

Posteriormente el profesor Caballer realiza varios trabajos ⁶⁵ que deben resaltarse por su originalidad e importancia en la literatura mundial. En efecto, en ellos se expone por vez primera un modelo de optimización temporal para productos agrarios (patatas y cítricos) haciendo especial hincapié en el problema de elección de la fecha de recolección, cuando se tienen en cuenta las variaciones estacionales de rendimientos y precios. En este caso, define el coste de oportunidad temporal como la repercusión económica que el retraso en la recolección tienen sobre la cosecha del año siguiente.

Así mismo, Caballer publica otro trabajo ⁶⁶ donde continua investigando sobre el problema de la elección de las fechas de recolección pero introduce también el problema de las fechas de siembra, y la repercusión que sobre todo en productos hortícolas en cultivo intensivo. Por último, introduce los conceptos de "relación de sustitución entre fechas de recolección y siembra" y de "isocuantas temporales de la siguiente manera:

64. En (6) pág. 160 a 166.

65. Véase las obras citadas (12) y (13).

66. V.Caballer, en (15).

$$x = f(t_1, t_2)$$

siendo:

x = cantidad de producto

t_1 = fecha de siembra

t_2 = fecha de recolección

donde la influencia de las variables temporales t_1 y t_2 es distinta, lo cual puede comprobarse con el cálculo de las productividades marginales respecto a t_1 y t_2 .

Posteriormente, calcula las isocuantas temporales y la relación técnica de sustitución y lo aplica al caso real del cultivo de patata temprana. Culmina así la formalización del modelo de optimización temporal (Modelo de Caballer) que creemos abre las puertas de una línea de investigación de enormes posibilidades en el campo de la economía agraria.

En esta línea ha avanzado también J. Juliá ⁶⁷ que pone de manifiesto como en la obra de Dillon no se contempla el supuesto de que la cosecha obtenida dependa de las fechas de recolección y siembra de la manera planteada por Caballer. También afirma que en el supuesto de utilizar únicamente la duración del ciclo productivo, se trataría de una restricción demasiado fuerte pues presupone que el efecto de la variable tiempo sería el mismo a lo largo de dicho período, con lo cual la relación técnica de sustitución temporal tomaría el valor uno en toda la isocuanta y por lo tanto las isocuantas serían rectas de pendiente unidad⁶⁸.

El profesor J. Juliá desarrolla un modelo basado en el Modelo de Caballer tomando como variable endógena la cantidad de cosecha y como variables exógenas las fechas de siembra y recolección y suponiendo un contexto de certidumbre ⁶⁹. Los dos factores temporales (fecha de siembra y fecha de recolección) se consideran factores especificados y el resto como no especificados o tácitos ⁷⁰.

En el modelo se introducen una serie de hipótesis y de variantes ⁷¹ que hacen referencia sobre todo a los siguientes aspectos: se aborda el problema con una información expresada en términos determinísticos y a partir de 4 supuestos alternativos sobre las cualidades de los factores productivos temporales (divisibles, independientes, condicionados, sustituibles y sustituibles-limitativos) ⁷² y de la discusión de dichos

67. J. Juliá Igual en (25).

68. En pág. 19 y 25 de (25).

69. En obra citada, capítulo IV. "El modelo temporal" en (25).

70. En el sentido de R. Frisch, es decir que escogemos dichos factores especificados para proceder al análisis de la función de producción y cuyos efectos pretendemos determinar; el resto de factores no explicitados son factores tácitos.

71. Véanse hipótesis 1 a 4 en (25).

72. Véase E. Ballester, en (6) capítulo 5.

supuestos se pasa a plantear los elementos básicos del modelo: productividades temporales, isocuantas temporales, relación técnica de sustitución temporal, máximo técnico temporal, isoclinas temporales y campo de sustitución eficiente de las isocuantas temporales ⁷³.

Así mismo, se plantea un segundo modelo temporal donde la variable endógena es el ingreso temporal y las exógenas, las citadas fechas de siembra y recolección. En este caso, se definen las funciones de ingreso temporal y de isoingreso temporal que permiten determinar la relación técnica de sustitución eficiente de los iso-ingresos temporales y las funciones de costes temporales ⁷⁴.

Pasa a continuación al estudio de las propiedades y a su demostración matemática y a la aplicación a los datos obtenidos en la experiencia realizada ⁷⁵.

6. CALENDARIOS EFICIENTES

Hasta ahora nos hemos referido a situaciones donde no se reconocen ni explicitan situaciones de riesgo e incertidumbre, en el sentido Knightiano que mayoritariamente se acepta en economía ⁷⁶. Pero en la empresa agraria, la planificación en condiciones de certidumbre no suele responder a la realidad de la agricultura y sólo puede ser útil en una primera aproximación.

Por ello, vamos a referirnos a continuación a las principales líneas de investigación en economía de la empresa agraria que incluyen la consideración del riesgo; y lo hacemos así porque la incertidumbre se presenta en menos ocasiones ⁷⁷. En el tratamiento de la incertidumbre suele utilizarse la Teoría de Juegos ⁷⁸ que permite determinar las estrategias puras (una sola actividad) o mixtas (diversificación de actividades) del empresario, teniendo en cuenta las bases psicológicas de su comportamiento; la estrategia óptima se determina atendiendo a diferentes criterios.

Cuando la situación del empresario le lleva a enfrentarse a un problema de planificación ante un futuro aleatorio, debe utilizar modelos de programación en situación de riesgo. Uno de los métodos

73. Véanse pág. 63 a 67 de la citada tesis. (25).

74. Véanse pág. 67 a 76 de (25).

75. Véanse pág. 76 a 131 de (25).

76. Es decir, que si puede estimarse o medirse la probabilidad de que ocurra un hecho económico, nos encontramos en una situación de riesgo (futuro aleatorio) y si no podemos medir de ninguna manera lo incierto nos encontramos en una situación de incertidumbre (futuro incierto).

77. En este sentido se pronuncian los profesores Ballester, Caballer, Romero y Alonso.

78. Véase E. Ballester, en (6) capítulo 12, una explicación pormenorizada de dicha teoría.

más utilizados es el de la programación cuadrática ⁷⁹.

A partir de 1955 se han propuesto numerosos algoritmos de programación cuadrática ⁸⁰; siendo Markowitz quien en 1952 sugiere un enfoque eficaz para el estudio del riesgo en el campo de la selección de carteras ⁸¹, consistente en la utilización de la media y la varianza como medidas de la expectativa de rendimientos y del riesgo.

Markowitz define la "cartera eficiente" de dos formas alternativas: las que tienen una varianza mínima para una esperanza dada y el máximo valor esperado para una varianza dada ⁸².

La metodología de selección de carteras, ha tenido un extraordinario auge ⁸³ y se ha extendido a otros campos como la selección de inversiones, gestión financiera y planificación de empresas agrarias.

En la aplicación del concepto de eficiencia (en el sentido de Markowitz) a la agricultura podemos distinguir dos grandes focos de atención, en países anglosajones y en España. Con respecto a los primeros basta consultar las últimas publicaciones de los "Journal" ⁸⁴ sobre la planificación bajo condiciones de riesgo en agricultura, estudio de nuevos algoritmos, estudios empíricos ⁸⁵ que evidencian el comportamiento del agricultor frente al riesgo ⁸⁶. En España, destacan los trabajos pioneros del equipo de Ballestero. Así, Carlos Romero en 1976 realiza una adaptación del modelo de Markowitz para la planificación varietal eficiente

79 Aunque también se utilizan algoritmos de Programación lineal adaptados a la situación de riesgo. En esta línea han trabajado, entre otros Charnes-Cooper, Dantzig, Elmashraby, Evers, Kirby, Mandansky, Tintner, Vajda, Wagner, Wets, Spirey (citados por Naylor-Vernon en (30) pág. 344 a 348, donde figuran las referencias bibliográficas) y también Hazell en (22).

80. Véase Naylor-Vernon, en (30) pág. 181 y 282 a 289.

81. H. Markowitz, en (29).

82. Una explicación detallada del modelo, así como de otros modelos (Farrar, Sharpe) puede encontrarse en C. Romero, en (42) capítulo 9; donde además figura una excelente exposición de aspectos tales como rendimiento y riesgo, diversificación y riesgo, carteras casi eficientes y el estudio de un problema de selección de carteras mediante un juego contra la naturaleza.

83. En este punto, es imprescindible remitir al lector español a tres obras básicas: (20), (47) y (51).

84. Sobre todo en las publicaciones:

- American Journal of Agricultural Economics.
- Australian Journal of Agricultural Economics.
- Canadian Journal of Agricultural Economics Proceedings.
- Journal of Farm Economics.
- Agricultural Economics Research.

85. La enumeración sería prácticamente interminable, remitiremos al lector, a las publicaciones citadas y nos limitaremos a resaltar los trabajos de Young-Tomek, Penson, Robinson-Barry, Snider, Penson-John, Adams-Dale, Heifner, Takayama-Batterhan, Buccola-French, Thoren, Trott-Davey, Robinson-Brake, Davey, Stonehouse, Brink-McCarl, Jarris y Kunreuther, que aparecen en los Journal de los últimos años.

86. En este sentido, véase: Brink L. y McCarl B. en (10) y también Kunreuther H., en (27). El trabajo de Brink y McCarl tienen como objetivos determinar si la consideración del riesgo en modelos de planificación agraria ayuda a predecir el comportamiento real del agricultor y observar el distinto comportamiento de los agricultores y granjeros de Cornbelt ante la expectativa de ganancia y el riesgo, encontrando en sus investigaciones gran diversidad

de manzanos ⁸⁷, completando el trabajo con la utilización de la teoría de juegos en la obtención de un plan de variedades y recurriendo al procedimiento de McFarquhar ⁸⁸ para romper la indeterminación en la elección del plan óptimo de entre todos los planes eficientes.

En 1977 aparece un trabajo de Ramón Alonso ⁸⁹ sobre programación de cultivos en situaciones de riesgo e incertidumbre. Utiliza la metodología de Markowitz en la determinación de planes eficientes, con la novedad de incluir restricciones de tipo agronómico ⁹⁰; y la teoría de juegos para generar el plan óptimo de cultivos en el caso de incertidumbre.

En 1979 aparece un trabajo de Vicente Caballer ⁹¹ sobre calendarios eficientes, apoyado en anteriores trabajos de Romero, Alonso y del mismo Caballer ⁹² y que supone, creemos, una aportación metodológica y conceptual importante, en el campo de la optimización temporal. En efecto, aunque el mismo autor considera a los calendarios eficientes, en ellos se conjugan dos aspectos importantes: el riesgo y la importancia de las fechas de recolección.

También en 1979 aparece el trabajo de Miguel Olmeda ⁹³ sobre duración óptima del almacenamiento, donde siguiendo la metodología anterior se profundiza en la toma de decisiones del empresario agrario en lo referente a su "plan de almacenamiento" y se estudia el caso de la conservación bajo condiciones de frío de productos agrarios perecederos (frutas), determinándose la duración óptima del proceso en los tres supuestos de certidumbre, riesgo e incertidumbre.

En este momento, las investigaciones sobre el tema, en agricultura, se encuentran ante los siguientes retos:

a) Estudio de la validez de los estadísticos usados en la cuantificación (medida) del riesgo.

b) En la relación diversificación-riesgo, pues existe la creencia de que la diversificación reduce el riesgo ⁹⁴.

en los coeficientes de aversión al riesgo; el modelo utilizado es de programación lineal en situación de riesgo. En la monografía de Kunreuther se ofrece un tratamiento empírico y teórico del efecto del riesgo y la incertidumbre en las decisiones del agricultor. Analiza el modelo standard de selección de carteras de Markowitz y Tobin y formula un modelo, usando la varianza como única medida del riesgo, para descubrir bajo que condiciones el agricultor busca la diversificación de actividades y trata de analizar el comportamiento del granjero de subsistencia.

87. C.Romero en (41).

88. Mediante la introducción en la programación de algunas condiciones de "seguridad". Véase el trabajo de C.Romero citado en (47) pág. 75 a 77.

89. R.Alonso en (2).

90. En particular las debidas a la rotación de cultivos.

91. V.Caballer en (14).

92. Véase (2), (3), (4), (12), (13), y (41).

93. M.Olmeda en (34).

94. En el campo bursatil, véase en libro de C. Romero, pag 224 a 226, la demostración de que dicha afirmación no siempre es cierta.

c) Posibles aplicaciones de los calendarios eficientes a calendarios de recolección y de exportación de determinados productos hortofrutícolas.

d) Planteamiento y resolución de un modelo de eficiencia global en empresas de comercialización que relacione a la vez los aspectos de planificación sobre variedades, mercados, calidades, fechas de recolección y duración del almacenamiento ⁹⁵. Así como la comparación con los submodelos o modelos de eficiencia parcial ⁹⁶.

e) Posibilidad de introducir nuevas restricciones en los modelos de eficiencia que permitan acotar los calendarios eficientes y ayuden a romper la indeterminación en la elección de calendarios óptimos en la producción agraria ⁹⁷.

7. PRIMAS Y ENTREGA DE COSECHAS

En algunos procesos de producción agraria, sobre todo en aquellos que permiten obtener materias primas para industrias agrarias, tiene interés el estudio sobre regulación de entrega de cosechas. Como es sabido, las especiales características de la producción agraria permiten que las actividades de recolección puedan desarrollarse a lo largo de un cierto intervalo de tiempo. Tanto industriales como agricultores precisan de este tipo de estudios; los industriales porque, como señala Ballesteros⁹⁸, la acumulación de entregas en días punta obliga a los productos a guardar cola en los centros de recepción, con la consiguiente pérdida de calidad y mayores pérdidas de peso.

Aunque la teoría de colas ⁹⁹ puede utilizarse para el cálculo de la dimensión óptima de un centro de recepción ¹⁰⁰; a corto plazo, los industriales no pueden modificar la capacidad de sus centros de recepción y esto les lleva a regular las llegadas de productos mediante un sistema de primas, que a su vez les reporte el máximo beneficio ¹⁰¹.

95. En la actualidad se tiende a empresas agrarias que integran todo el proceso productor y comercializador, de ahí la importancia del modelo de eficiencia global.

96. Conocidos hasta ahora y que se refieren a subprocesos aislados.

97. En este sentido conviene resaltar la diferencia que representa una inversión en bolsa (que no precisa un coste de mantenimiento) a una inversión en una plantación frutal, donde además del gasto de inversión existe un coste de mantenimiento de la inversión.

98. En (5) pág. 154 a 156.

99. El estudio matemático de las filas de espera o teoría de colas, tiene un interés económico evidente porque la espera supone un coste, bien sea por deterioro del producto, por inmovilización de las instalaciones y de las personas, etc: Véase en C. Romero, (42), capítulo 6 dedicado a la teoría de colas en la empresa. Así mismo J.A. Panico en su obra, (36).

100. Así lo hace C. Romero en (39) donde desarrolla dos modelos con el objeto de determinar la dimensión óptima de un centro de espera principal y el número de equipos de recepción, con sus correspondientes tasas de servicio, en industrias agrarias que pretenden minimizar sus costes.

101. Hasta aquí hemos seguido básicamente el razonamiento del Profesor Ballesteros.

También los agricultores, ante la existencia de primas variables en función del tiempo, están interesados en la determinación del período óptimo de recolección, que les asegure la percepción de mayores ingresos ¹⁰².

El establecimiento de primas óptimas puede analizarse, por tanto, desde una doble vertiente: desde el punto de vista del empresario industrial-agrario y desde el del agricultor. En esta línea, cabe destacar los trabajos de los profesores Romero y Alonso.

C. Romero publica en 1974 en el "Journal of Agricultural Economics" ¹⁰³ y siguiendo un programa de investigación del profesor Ballestero, un modelo determinístico para la obtención de primas óptimas en la entrega de cosechas. Como es sabido los autores han trabajado en modelos aleatorios de colas, el Modelo Ballestero-Romero es el primer modelo determinístico de colas en la investigación mundial y en él se estudian las inter-relaciones entre los efectos de un fenómeno de espera y los efectos de un sistema de primas, ideado para estimularles a entregar su cosecha en un período fijado de antemano. También se estudia el caso de "ordenación flexible" con prolongación de campaña ¹⁰⁴ utilizando una función objetivo, que se trata de minimizar, definida por el "coste conjunto" del empresario industrial ¹⁰⁵. Por último, se esbozan las posibles extensiones del modelo ¹⁰⁶.

R. Alonso, publica en 1977 un completo trabajo ¹⁰⁷ sobre la determinación del período óptimo de entrega de cosecha desde el punto de vista del agricultor que pretende maximizar su volumen de ingresos y en el supuesto de que la industria ha establecido un sistema de primas, por entrega anticipada y en cuantía variable en función del tiempo y de la calidad del producto. Se estudia particularmente el caso de remolacha en una cooperativa azucarera de Valladolid y se generalizan los resultados obtenidos.

102. O bien, un cierto nivel de ingresos y menor tasa de riesgos.

103. C. Romero en (38).

104. El contrato entre la industria y los agricultores deja en libertad a estos últimos para entregar sus cosechas en el instante que lo deseen, pero dentro de un intervalo fijado por la industria; dicho intervalo ha sido ampliado, pero se establece una política de primas progresiva que compense adecuadamente a los agricultores.

105. El coste conjunto está constituido por el coste de espera de la cosecha, el coste de desocupación de los equipos y el coste de la prima.

106. Véase el apartado IV del citado trabajo.

107. R. Alonso en (4).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLEN, R.G.D. (1965): "Economía Matemática." Ed. Aguilar.
- ALONSO, R. (1977) "Programación de cultivos en situaciones de riesgo y de incertidumbre en Castilla la Vieja" *Rev. Est. Agrosociales* nº 99 pp. 157-188.
- ALONSO, R. (1977) "Política óptima de compra y almacenamiento de cebada para empresas ganaderas españolas". *Rev. ASPA*, pp. 195-203.
- ALONSO, E. (1978) "Período óptimo de entrega de remolacha azucarera en fábrica". *Rev. Est. Agrosociales* nº 101 pp. 77-100.
- BALLESTERO, E. (1971) "Programa de investigación en economía a través de tesis doctorales" *Rev. Economía Política* Agosto. pp. 154-156.
- BALLESTERO, E. (1978) "Principios de Economía de la Empresa. Ed. Aguilar. (4a Edición).
- BALLESTERO, E. (1980) "Algunas consideraciones sobre la construcción matemático-formal de la Teoría Económica". Real Academia de Ciencias Exactas. Monografía. "Investigación Operativa". Ed. ICE. pp. 53-71.
- BARRE, E. (1966) "Economía Política." Ed. Ariel. (4a Edición)
- BAUMOL, W. J. (1959) "Economic Dynamics" Ed. McMillan. New York. (2a Edición).
- BRINK, L y McCarl, B (1978) "The tradeoff between expected return and risk among cornbelt farmers" *Am. J. of Agricultural Economics*. Vol 60 nº 2. pp. 259-263.
- BOULDING, K.E. (1978) "Análisis Económico". Ed. Alianza (3a Edición). Madrid.
- CABALLER, V (1975) "Optimización temporal para fechas de recolección y sembra de la patata temprana en la comarca de L'Horta (Valencia)". *Rev ASPA* nº127. pp. 15-27.
- CABALLER, V. (1977) "Optimización temporal de la fecha de recolección de agrios en el Levante Español" *Rev. Est. Agrosociales* nº 98.
- CABALLER, V. (1979) "Calendarios Eficientes". *Rev. Economía y Empresa* nº 3-4 pp. 9-20
- CABALLER, V. (1979) "Relación de sustitución entre fechas de recolección y siembra" *Rev. Est. Agrosociales* nº 108 pp. 113-126.
- CALDENTEY, P. (1980) "El ciclo del cerdo en España en el período 1959-1977" *Rev. Agricultura y Sociedad* nº14 pp. 127-164.
- CASTAÑEDA, J. (1968) "Lecciones de Teoría Económica." Ed. Aguilar.
- DILLON, J.L. (1977) "The Analysis of Response in Crop and Livestock Production". Ed. Pergamon Press. (2a Edición).
- EZEQUIEL, M. (1938) "The Cobwed-Theorem" *Quant. J. of Economics* nº 52 pp. 255-280.
- FRANCIS, J.C. y ARCHER, S.H. (1977) "Análisis y Gestión de Carteras de Valores." Edic ICE.
- FRISCH, R. (1963) "Las Leyes técnicas y económicas de la producción". Ed. Sagitario.
- HAZELL, P.B.R. (1971) "A Linear Alternative to Quadratic and Semivariance Programing for Farm Planning under Uncertainty" *Am. J. Agric. Economics* nº 53 pp. 53-62.
- HICKS J.R. (1974) "Valor y Capital" Ed. Fondo de C. Económica.
- JAMES, E. (1963) "Historia del Pensamiento económico". Ed. Aguilar.
- JULIA, J.F. (1981) "Modelos económicos de Producción Ingreso Temporal. Comparación con los modelos convencionales y su aplicación al cultivo de la patata temprana en L'Horta de Valencia". Tesis doctoral. E.T.S.I.A. Valencia.
- KOTLER, Ph. (1973) "Mercadotecnia Aplicada." Ed. Interamericana.
- KUNREUTHER, H. (1972) "Risk-taking and farmers crop growing decisions". Univ. of Chicago

- LITTLE, T.M. y HILLS, F. J. (1976) "Métodos estadísticos para la investigación en Agricultura. Ed. Trillas.
- MARKOWITZ, H (1952) "Portfolio Selection" *Journal of Finance* nº 7 pp. 77-91.
- NAYLOR, T y VERNON, J, (1973) "Economía de la Empresa". Ed. Amorrortu.
- NERLOVE, M (1956) "Estimates of the elasticity of supply of selected Agricultural Commodities". *J. of Farm Economics*. Vol. 38.
- NERLOVE, M. y BACHMAN K.L. (1960) „The analysis of changes in Agricultural Supply: Problems and Approaches" *J. of Farm Economics*. Vol 42.
- NIVEAU, M.(1971) "Historia de los hechos económicos contemporáneos. "Ed Ariel (2a Edición).
- OLMEDA ,M. (1979) "Duración óptima del almacenamiento de frutas" *Rev. Economía y Empresa* nº7 pp. 123-148.
- OSTENDORF, H.D. (1967) "Conferencias del II Curso de Enseñanza Superior Hortofrutícola". Tomo III Zaragoza.
- PANICO, J.A. (1973) "Teoría de las Colas. "Ed Prolam
- PLATE, R. (1969) "Política de Mercados Agrarios. "Ed. Academia.
- ROMERO, C. (1974) "Optimum Premium in Crop Delivery" *J. of Agricultural Economics* nº3.
- ROMERO, C. (1974) "Modelos de teoría de colas para algunos procesos de producción agraria" *Rev. Est. Agrosociales* nº 89 pp. 87-100.
- ROMERO, C. (1975) "Prima óptima en la entrega de cosechas". *Rev Est. Agrosociales* nº 93 pp. 79-94.
- ROMERO, C. (1976) "Una aplicación del modelo de Markowitz a la selección de planes óptimos de variedades de manzanos en la provincia de Lérida". *Rev. Est. Agrosociales* nº 97 pp. 61-79.
- ROMERO, C. (1977) "Modelos económicos en la empresa. "Ed. Deusto.
- ROWAN, D.C. (1975) "Introducción a la Macroeconomía ".Ed. Tecnos.
- SAMUELSON, P.A. (1971) "Fundamentos del análisis económico. "Ed. El Atene (3a Edición).
- SCHNEIDER, E. (1970) "Teoría de la Inversión". Ed. El Ateneo.
- SHAPIRO, E (1972) "Análisis Macroeconómico ".Ed. ICE.
- SHARPE, W.F. (1977) "Teoría de cartera y del mercado de capitales. "Ed Deusto.
- SHEPHERD, G.S. (1964) "Productos agrícolas y ganaderos Cia". Ed. Continental.
- STAMER, H. (1969) "Teoría del mercado agrario ".Ed. Academia.
- WALLIS, K.F. (1979) "Introducción a la Econometría. "Ed. Alianza (2a Edición).
- WESTON, J. y WOODS, D.(1970) "Teoría de la financiación de la empresa ".Ed. Ariel.
- WIENBERG, D y SOBRINO, F (1958) "El ciclo del cerdo en España. Investigaciones sobre las fluctuaciones de la producción y de los precios desde 1939 a 1956". Ed. C.S. Investigaciones Científicas.