

**LA MODELIZACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA COMO
MÉTODO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS AGRARIAS.
Aplicación al estudio del impacto de la reforma de la PAC
sobre los regadíos castellano-leoneses.**

María BLANCO FONSECA (*)
Guillermo FLICHMAN (**)

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN	2
2.- LA MODELIZACIÓN COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS AGRARIAS.....	3
2.1.- Enfoque metodológico.....	3
2.2.- Ámbito de la investigación	4
2.3.- Obtención de los coeficientes técnicos	5
2.4.- Descripción del modelo utilizado en este estudio.....	7
3.- IMPACTO DE LA REFORMA DE LA PAC SOBRE LOS REGADÍOS DE CASTILLA Y LEÓN	11
3.1.- Escenarios técnico-económicos considerados	11
3.2.- Potencial y limitaciones del modelo	11
3.3.- Principales resultados obtenidos	12
3.3.1.- Margen de explotación	12
3.3.2.- Planes de producción	13
3.3.3.- Técnicas de producción	14
3.3.4.- Técnicas de riego.....	15
4.- CONCLUSIONES	16
BIBLIOGRAFÍA	16

(*) - Departamento de Economía, E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de Madrid.

(**) - Institut Agronomique Méditerranéen, Montpellier, Francia.

1.- INTRODUCCIÓN

Ante un cambio de orientación de la política agrícola, los métodos de análisis más usuales no se adaptan debidamente al estudio de las diferentes estrategias adoptadas por la empresa agraria. En efecto, muchas veces los análisis realizados se limitan a estimar el impacto de la nueva política sobre la renta de los agricultores reproduciendo los mismos planes y técnicas de producción. Es decir, sólo consideran las variaciones de precios agrarios y ayudas a la producción, y suponen un modelo rígido de desarrollo de la empresa agraria.

La metodología que proponemos, en cambio, permitiría evaluar el potencial de adaptación técnica y económica de los productores agrarios frente a diversos escenarios de política. Este enfoque, que combina un modelo de simulación agronómica y un modelo de optimización económica, permite reproducir el entorno técnico-económico de las explotaciones representativas y prever su evolución en función de los diversos escenarios de política agrícola.

A la hora de analizar los efectos de la aplicación de la última reforma de la PAC, la utilización de modelos técnico-económicos presenta algunas ventajas: no restringen el análisis al universo técnico existente sino que permiten prever la evolución de las técnicas de cultivo cuando nos encontramos con un marco político completamente nuevo. Estos modelos permiten representar el comportamiento de los empresarios agrarios y pueden, por tanto, ser utilizados para medir la influencia de los distintos escenarios de política agrícola sobre las explotaciones.

El presente estudio se centra en los regadíos de Castilla y León, región cuya agricultura se caracteriza por el predominio de pequeñas explotaciones y el carácter familiar de la producción agrícola. Los principales aspectos que condicionan el desarrollo agrícola de Castilla y León son la especialización en un número reducido de producciones, algunas de las cuales son excedentarias en la Unión Europea (las principales producciones agrícolas son los cereales, la remolacha azucarera, las leguminosas, la patata y la alfalfa¹), así como la fuerte dependencia de la renta agraria respecto de la pluviometría.

Uno de los principales factores limitantes de la agricultura regional es el clima. En efecto, los rendimientos unitarios dependen en gran medida de las condiciones climáticas, principalmente de la pluviometría: así, mientras que el rendimiento medio de trigo era de 1720 kg./ha en 1986 (un mal año climático), alcanzaba 3510 kg./ha en 1988 (año muy favorable)². Esta variabilidad de rendimientos genera fuertes fluctuaciones en la renta anual de los agricultores: la renta agraria por persona ocupada en la agricultura era de 708.200 pts. en 1986, cifra que contrasta con las 1.172.100 pts. en 1988.

La puesta en regadío ha permitido incrementar los rendimientos de cultivo³, diversificar las producciones (aún sin cambiar la orientación cerealera de la región), estabilizar las rentas agrarias disminuyendo el riesgo técnico de producción y contribuir a evitar el despoblamiento de ciertas zonas rurales. El riego ha sido, por tanto, considerado como un factor importante del desarrollo agrícola regional, y ha experimentado un fuerte desarrollo en los últimos decenios.

¹ - Castilla y León produce más del 30% de la producción española de cereales y más de la mitad de la producción nacional de remolacha azucarera.

² - También resulta interesante comparar estos resultados con los correspondientes a la Unión Europea: el rendimiento medio comunitario de trigo era de 5020 kg/ha en 1986 y de 5340 kg/ha en 1988.

³ - En cuanto a los rendimientos, en el periodo 1978-82, el riego ha permitido multiplicar por 2,9 los rendimientos obtenidos en secano para el girasol, y por 2,3 los de trigo y cebada (Cabo Alonso, 1984). Conviene igualmente señalar que los rendimientos en regadío que se obtienen en la región son próximos de los rendimientos medios nacionales.

A la vista de las informaciones estadísticas, podemos caracterizar la agricultura regional como de secano. En efecto, la superficie regada en 1989 fue solamente de unas 520.000 ha, es decir el 11% de la superficie de cultivo y el 14% de la superficie dedicada a cultivos herbáceos. Sin embargo, este mismo año el riego afectaba aproximadamente a la mitad de las explotaciones de la región y las tierras de regadío representaron más de la mitad de la producción agrícola total. A causa de la baja pluviometría y debido al carácter familiar de la producción agrícola, los agricultores de Castilla y León han venido encontrando en la implantación o aumento del regadío la solución a la pérdida de rentabilidad de sus explotaciones. El interés por la agricultura de regadío es compartido por los poderes públicos regionales, como se refleja en sus últimas actuaciones: tanto el Plan Estratégico para el Desarrollo del Sector Agrario como el Plan Hidrológico del Duero conceden una importancia fundamental a la mejora de las infraestructuras hidráulicas y a la utilización más eficaz de los recursos hídricos.

La utilización de modelos como el propuesto en este estudio puede ayudar a medir la evolución de la demanda de agua de riego y a reflexionar sobre posibles medidas de política que permitan incrementar la eficacia en la utilización de este recurso.

2.- LA MODELIZACIÓN COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE POLÍTICAS AGRARIAS

2.1.- Enfoque metodológico

Como hemos señalado en la introducción, el trabajo consiste en el análisis de las distintas estrategias adoptadas por los agricultores de regadío frente a nuevas medidas de política agraria. El estudio se presenta, pues, desde una perspectiva microeconómica.

El análisis propuesto requiere, en primer lugar, poder determinar las situaciones estructurales y financieras de las explotaciones de la zona. La imposibilidad de incluir todas las explotaciones en el análisis nos obligará a definir algunas *explotaciones-tipo*, representativas de los distintos sistemas de producción existentes.

A continuación, será necesario conocer las funciones de producción asociadas a cada explotación-tipo, es decir, las relaciones existentes entre los productos obtenidos y los factores utilizados; así como las restricciones a que están sujetos los empresarios agrarios.

Por último, es preciso disponer de un método de análisis que nos permita determinar, para cada explotación representativa, la combinación óptima de actividades en función del escenario político considerado.

El método de análisis que nos permite integrar los aspectos agronómicos, económicos y políticos es la *simulación*. Trataremos de describir el comportamiento de los empresarios agrarios utilizando *modelos de simulación técnico-económicos*. Este enfoque metodológico, que consiste en utilizar simultáneamente un modelo de simulación del crecimiento de plantas y la programación matemática, permite tener en cuenta los aspectos socioeconómicos y ecológicos de la producción agrícola y puede servir de soporte para la elaboración de políticas coherentes.

Una de las originalidades de esta metodología consiste en la utilización de un simulador agronómico como fuente de los coeficientes técnicos necesarios para el análisis económico. La utilización de datos simulados permite incorporar al análisis la posibilidad de introducir nuevas técnicas de producción. Este enfoque está siendo utilizado tanto en Estados Unidos como en Europa⁴ para evaluar los efectos de aplicación de nuevas medidas de política agrícola.

2.2.- *Ámbito de la investigación*

La necesidad de centrar el análisis al nivel de la explotación agrícola nos ha llevado a limitar el estudio a una comarca agrícola de Castilla y León. La comarca seleccionada, Salamanca-Armuña, se sitúa en el sector sudoeste de la región y engloba un conjunto de municipios situados en los alrededores de la ciudad de Salamanca, afectando una superficie de 146.000 ha.

La comarca de Salamanca-Armuña se sitúa en la unidad medioambiental denominada "Campañas meridionales del Duero", cuya característica principal es la presencia de materiales finos que han originado vastas planicies. El río Tormes atraviesa la zona. La altitud está comprendida entre 800 y 1000 metros. El clima tiene un carácter continental frío, siendo la temperatura media anual de 12°C. El régimen de lluvias se caracteriza por niveles bastante bajos (la precipitación media anual es de 375 mm) y muy irregulares.

En general, se trata de explotaciones familiares de pequeño tamaño. El tamaño medio de las explotaciones es de 36 ha aunque, debido a la irregular distribución de la superficie, este dato no es muy representativo: más del 60% de las explotaciones tienen menos de 20 ha. Debido a la rigidez del sistema de arrendamiento y a la práctica ausencia de un mercado de tierras, resulta muy difícil para los agricultores incrementar el tamaño de sus explotaciones.

La comarca está especializada en un número reducido de producciones. Los secanos están ocupados fundamentalmente por cereales (66% del total de los cultivos herbáceos), cultivos industriales y leguminosas. El riego permite una cierta diversificación de producciones; los principales cultivos de regadío (además del riego de complemento de trigo y cebada) son remolacha azucarera, maíz, girasol, patata y alfalfa.

Tabla nº 1.- Importancia del riego en la cuenca media del Tormes

ZONA	SUPERFICIE (ha)			
	Geográfica	S.A.U.	Cultivada	Regada
Canal Babilafuente	21460	19055	18416	4773
Canal Villagonzalo	11900	8778	6811	3943
Canal Florida	4080	3264	3037	2114
Canal Villamayor	3880	1078	996	773
TOTAL	41320	32175	29260	11603

Fuente: Sánchez López, 1986.

⁴ - En Estados Unidos, el *Center for Agricultural and Rural Development* (CARD) lo utiliza desde 1985 en un modelo sectorial de la agricultura americana. En Europa podemos mencionar, entre otros, el proyecto europeo POLEN, *Analysis of the socio-economic impacts of agricultural reform in certain european regions: competitiveness and environmental protection*, de la Unión Europea (Dirección General VI - Agricultura), dirigido por D. Guillermo Flichman.

Según los datos estadísticos, la superficie de regadío no representa sino el 12% de la SAU, pero la importancia del riego es grande debido a que afecta a más de la mitad de las explotaciones de la zona. Además, conviene señalar que, según las informaciones obtenidas sobre el terreno, la superficie realmente regada podría ser muy superior a la superficie censada. La mayor parte de la superficie regada se localiza en la cuenca media del Tormes, donde la distribución del agua está perfectamente regulada. Aunque el riego por aspersión se está desarrollando muy rápidamente, las técnicas de riego por superficie están aún muy extendidas en la región.

A partir de informaciones estadísticas y de las encuestas realizadas sobre el terreno, se han definido algunas explotaciones-tipo, que representan las condiciones de producción en la región. Puesto que la alternativa de cultivos es similar de unas explotaciones a otras, se han utilizado básicamente criterios de tamaño y disponibilidad de factores de producción a la hora de clasificar las explotaciones.

Tabla nº 2.- Explotaciones representativas

Factores de producción disponibles	Explotaciones		
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Tierra (ha)	0 - 10	10 - 50	> 50
Tierra en arrendamiento (%)	10	30	40
Trabajo familiar (UTA)	1	1	1
Regadío (% Sup.)	100	50	40
Representatividad: % Explotaciones región	45	43	12
% SAU región	14	50	36

Fuente: Elaboración propia a partir de los Censos Agrarios y de encuestas sobre el terreno.

2.3.- Obtención de los coeficientes técnicos

La información obtenida sobre el terreno nos permite conocer las relaciones entre rendimientos de cultivo y factores que condicionan la producción (clima, suelo, itinerarios técnicos, etc.) para las técnicas existentes. Ahora bien, en un contexto político diferente, es previsible que algunas de las técnicas de cultivo actuales desaparezcan dando paso a otras nuevas. La utilización de un modelo de simulación agronómica nos permitirá incorporar al análisis una gran variedad de técnicas de producción, tanto potenciales como reales, facilitando así la medición del cambio técnico.

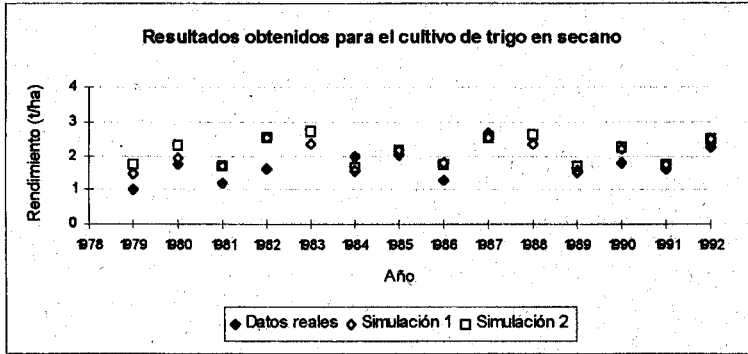
El modelo elegido, EPIC, Erosion Productivity Impact Calculator⁵, permite estimar el rendimiento de cultivo en función de las condiciones agro-ecológicas, de las técnicas de producción empleadas, de las operaciones culturales realizadas y de las rotaciones de cultivo que se tengan en cuenta. Este modelo de simulación del crecimiento de plantas nos va a permitir reproducir el comportamiento agronómico de las explotaciones representativas de la región.

Para ello, tomaremos como punto de partida la información recogida en la región sobre las condiciones edafo-climáticas y las técnicas de cultivo más corrientes. Para asegurar la coherencia de los resultados obtenidos con EPIC, es necesario disponer de datos muy precisos

⁵ - El programa EPIC ha sido puesto a punto por el United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service and the Texas A&M University, Blacklands Research Station, Temple, Texas.

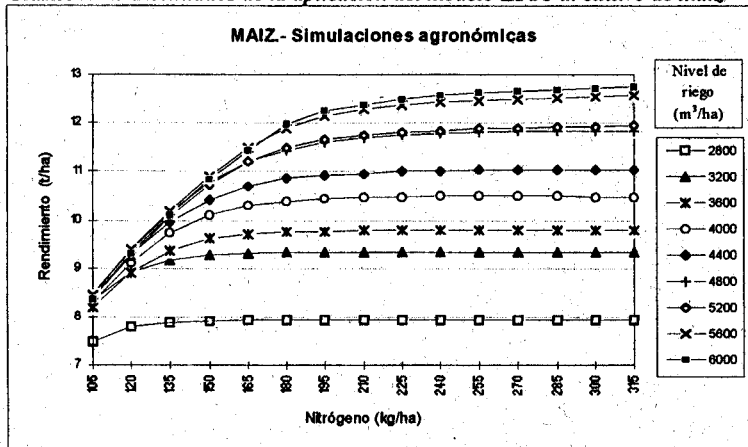
sobre clima⁶, suelo⁷ e itinerarios técnicos. A continuación, será necesario comprobar que el modelo reproduce fielmente la realidad, comparando los resultados obtenidos con aquellos realmente verificados en la realidad⁸ (ver gráfico n° 1).

Gráfico n° 1.- Validación del modelo EPIC



Posteriormente, la parametrización de los principales elementos que condicionan la producción (el nivel de fertilización y el nivel de riego) ha permitido obtener miles de resultados relativos al universo de técnicas potenciales. A título de ejemplo, el gráfico n° 2 muestra la incidencia de los niveles de fertilización y de riego sobre el rendimiento medio del maíz, y pone de manifiesto el papel decisivo del agua como factor de producción. Para cada nivel de riego, el modelo permite obtener una curva de respuesta a la fertilización.

Gráfico n° 2.- Resultados de la aplicación del modelo EPIC al cultivo de maíz



⁶ - Se han introducido en el modelo datos climáticos diarios correspondientes al periodo 1978-1992, facilitados por el Observatorio Meteorológico de Matacán, situado en el interior de la zona de estudio.

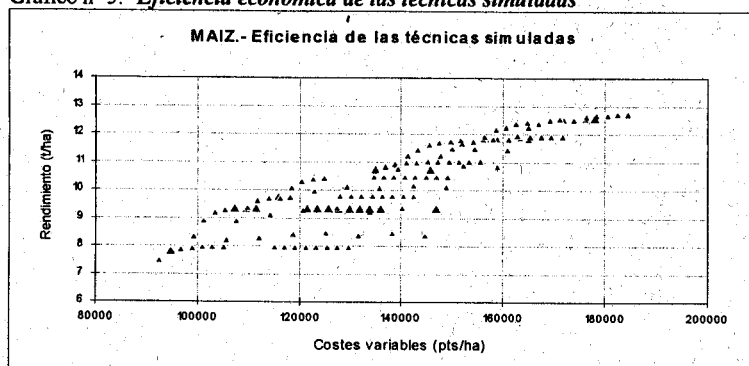
⁷ - Blanco de Pablos (1982).

⁸ - La colaboración de D. Maurice Cabelguenne y D. Philippe Debaeke (investigadores del INRA de Toulouse) ha sido fundamental a la hora de calibrar nuestro modelo.

Puesto que se considera una serie de cinco años climáticos representativos, las simulaciones tienen en cuenta las variaciones interanuales de los rendimientos - para la misma combinación de inputs - debidas a las condiciones meteorológicas. Por consecuencia, EPIC permite evaluar el riesgo técnico al nivel de la explotación agrícola.

La aplicación del modelo de crecimiento de plantas nos ha facilitado la obtención de los parámetros técnicos relativos a un amplio abanico de técnicas de producción, todas ellas eficientes desde el punto de vista agronómico. Posteriormente, el análisis económico podrá permitirnos determinar las técnicas a utilizar en función de los diversos escenarios económico-políticos considerados. Ahora bien, dada la extremada complejidad del modelo de optimización económica, hemos creído conveniente limitar el número de posibilidades técnicas a introducir en el modelo. Para ello, hemos realizado "a priori" un análisis de la eficiencia económica de las distintas técnicas, comparando los rendimientos, obtenidos con los costes directos que conllevan. El gráfico nº 3, que se muestra a continuación, da una idea del tipo de análisis realizado.

Gráfico nº 3.- *Eficiencia económica de las técnicas simuladas*



Como podemos observar, este análisis nos permite obtener la frontera de técnicas eficientes para una estructura de precios dada. Ahora bien, si los precios relativos de los factores varían, el grupo de técnicas eficientes puede cambiar. Sin embargo, podemos en principio descartar las técnicas que se alejan mucho de la frontera de eficiencia. De esta forma, hemos reducido el número de técnicas a nueve por cada cultivo considerado.

Una vez elegidas las técnicas de producción a considerar, hemos tenido en cuenta las rotaciones culturales. De esta forma, cada *actividad de producción* vendrá definida como *un cultivo con una técnica determinada y con un precedente cultural asociado*. Y el modelo habrá permitido obtener los rendimientos de cada actividad de producción para cada uno de los cinco años climáticos representativos.

2.4.- Descripción del modelo utilizado en este estudio

La utilización del simulador EPIC nos ha permitido relacionar el nivel de utilización de agua con los rendimientos para los principales cultivos de la zona. Utilizando a continuación criterios económicos podríamos determinar la utilización eficiente del agua de riego. Ahora

bien, la eficiencia en el uso de agua de riego no puede estudiarse de forma aislada, puesto que el agricultor no toma decisiones sobre una determinada actividad sin tener en cuenta el resto. Por otro lado, las decisiones de producción en agricultura dependen en gran medida de la política agraria en vigor. Por todo ello, nos ha parecido oportuno utilizar modelos de programación matemática para abordar las cuestiones relativas a la eficiencia en el uso de agua en agricultura.

Para cada tipo de explotación, un modelo de optimización traduce los planes de producción y las técnicas adoptadas, teniendo en cuenta la disponibilidad en factores de producción (tierra, mano de obra, agua de riego, etc.). Se trata de un *modelo de explotación* que consiste básicamente en maximizar una cierta función de utilidad, sujeta a restricciones técnicas (disponibilidad de tierra, mano de obra, equipo, derechos de producción), financieras (disponibilidad de liquidez y recurso al préstamo), económicas (precios de inputs y productos, valor del dinero) y políticas (ayudas y limitaciones de producción de la reforma de la PAC, subvenciones a la inversión).

El tratamiento de la inversión en tecnología de riego nos aconseja utilizar un modelo multiperiodico. En un modelo de este tipo, el plan de producción elegido para un año limita las posibilidades para los años posteriores; se parte de una situación inicial y se eligen planes de producción para los años siguientes teniendo en cuenta toda la información disponible sobre el futuro. Esto obliga a fijar un *horizonte de planificación* o límite más allá del cual no se toman decisiones. En nuestro caso, utilizando un horizonte de planificación de 10 años aseguramos una solución convergente hacia un equilibrio, por lo que un horizonte más largo ampliaría innecesariamente el modelo.

Para cada periodo, el modelo determina la combinación óptima de actividades en función de las condiciones técnico-económicas y políticas. Las actividades comprenden las distintas actividades de producción y las inversiones en equipo de riego por aspersión, así como los préstamos a corto y largo plazo.

Cada actividad de producción se define como un:

- cultivo (trigo, cebada, maíz, remolacha, girasol, barbecho), con
- un nivel de intensificación de la producción (9 técnicas diferentes), con
- precedente cultural asociado, y con
- una técnica de riego (sin riego, riego por superficie, riego por aspersión);

Para que el modelo conduzca a soluciones admisibles, es necesario definir con precisión qué quieren maximizar los agricultores de los que nos ocupamos y bajo qué restricciones. En el caso de un modelo multiperiodico, es clásico maximizar el valor actual de los excedentes de explotación a lo largo de los años de simulación considerados. Ahora bien, la elección entre planes alternativos no depende solamente de los niveles de excedente que permiten sino también de la variabilidad interanual de los mismos. Intentaremos describir el comportamiento del agricultor frente al riesgo utilizando una formulación propuesta inicialmente por Markovitz⁹. Este método supone que el agricultor está dispuesto a una cierta pérdida de renta a cambio de una disminución del riesgo, lo cual le lleva a diversificar las producciones.

Teniendo en cuenta lo que acabamos de decir, el problema puede escribirse:

⁹ - Markovitz, H.M.- Portfolio Selection.- In : Journal of financa 7, 1952.

$$\max Z = \sum_{n=1}^N (E_n - \phi \cdot r_n) / (1 + ta)^{n-1}$$

donde:

- E_n : valor esperado del excedente de explotación del año n ,
- N : horizonte de planificación,
- ϕ : coeficiente de aversión al riesgo, característico de cada agricultor,
- r_n : parámetro de medida del riesgo,
- ta : tasa de actualización.

El excedente de la explotación (E_n) se define como el beneficio empresarial del productor agrario, una vez descontados de los ingresos de la explotación los costes (fijos, de producción y financieros) así como la autofinanciación (a corto y a largo plazo). El modelo determina de forma endógena el excedente de la explotación para cada situación de riesgo, E_{sn} , dada la variabilidad de rendimientos y de precios de los productos.

Como medida de dispersión del excedente de explotación, utilizaremos la desviación típica, calculada a partir de las desviaciones respecto al nivel de excedente de explotación esperado:

$$r_n = \sqrt{\frac{\sum (E_{sn} - E_n)^2}{S^2}}$$

Esta formulación permite tener en cuenta la relación entre la situación financiera de la empresa agraria y el comportamiento frente al riesgo. Esto permite integrar en la variabilidad de resultados no solamente la incertidumbre sobre los rendimientos de cultivo y sobre los precios, sino también el riesgo derivado de la imposibilidad de satisfacer las exigencias de mano de obra o de la insuficiencia de recursos financieros.

Pasamos a continuación a comentar las principales restricciones a que está sujeta la empresa agraria. En primer lugar, **las restricciones dinámicas** permiten traducir la influencia que la elección de un determinado plan de producción tiene sobre los planes de los años siguientes. Reflejan la necesidad de respetar la rotación de cultivos sobre una misma parcela y la transferencia de recursos financieros y de factores fijos de producción de un año al otro.

Supondremos que la disponibilidad en tierra y material es fija a lo largo del horizonte de planificación. Esto se corresponde aproximadamente con la realidad, puesto que el mercado de la tierra es casi inexistente; además, como la disponibilidad de tierras en el mercado es muy reducida y no homogénea en el tiempo, la modelización del mercado de la tierra resultaría extremadamente complicada. Por tanto, las únicas inversiones a considerar son las correspondientes a la compra del equipo de riego. Dos técnicas de riego han sido tenidas en cuenta: el riego por gravedad y el riego por aspersión. El primero no requiere un equipo especial, dado que el agricultor recibe el agua en cabeza de parcela. En cambio, la superficie que puede ser regada por aspersión depende de la disponibilidad de equipo, que vendrá dada por la disponibilidad inicial y del nivel de inversión.

La inversión puede financiarse a partir de inmovilizaciones sobre la tesorería anual, o bien recurriendo a préstamos. El tratamiento de los préstamos a largo plazo es similar al de las inversiones. El préstamo genera recursos financieros el primer año y consume recursos a lo largo del periodo de devolución.

Actividades como la compra de factores de producción o la devolución de los préstamos contratados anteriormente, tienen exigencias de financiación que tienen que ser satisfechas para cada periodo considerado. Las fuentes de financiación son la venta de las cosechas anteriores, la liquidación de activos y los préstamos a corto y a largo plazo. La formulación de **restricciones financieras** exige afectar los recursos disponibles a los gastos que pueden financiar. Así, la compra de factores de producción puede ser financiada a partir de la liquidez de la explotación o por medio de préstamos a corto plazo. Del mismo modo, las fuentes de financiación de las inversiones son las inmovilizaciones sobre la tesorería anual o los préstamos a largo plazo.

Para poder regar, el agricultor debe tener una concesión de la Confederación Hidrográfica, donde se especifica el número de hectáreas susceptibles de ser regadas, a las cuales se asigna un cierto volumen de agua. La **restricción de riego** expresa que las necesidades de agua del conjunto de actividades de producción no pueden sobrepasar las disponibilidades de agua de riego.

Ahora bien, el volumen de agua contratado no está siempre a disposición del agricultor; en efecto, la disponibilidad de agua en la explotación depende de la cantidad retenida en los embalses y ésta depende principalmente de la meteorología. Por esto, el regante no está nunca seguro de poder disponer de una cantidad suficiente de agua para regar su explotación. Para expresar esta incertidumbre sobre la cantidad de agua disponible, hemos considerado dos escenarios diferentes, uno con la dotación disponible y otro con la dotación esperada en un mal año climático (calculada en función de resultados estadísticos). A falta de otras hipótesis, esta aproximación nos parece correcta puesto que los agricultores tienen en cuenta la posibilidad de sufrir restricciones de agua a la hora de tomar decisiones sobre el largo plazo.

Debido al carácter estacional de la actividad agrícola, la **restricción de trabajo** debe escribirse no sólo para cada tipo de trabajo, sino también para cada periodo del año. Por esto, hemos dividido el año en periodos bimensuales y hemos asignado a cada periodo un número medio de días de trabajo disponibles¹⁰. La restricción de trabajo indica que, en cada periodo, es necesario poder satisfacer las necesidades de trabajo de todas las actividades de producción. Para ello, el agricultor dispone de una unidad de trabajo familiar y, normalmente, sólo necesitará mano de obra adicional en determinados periodos punta. En este caso, el agricultor puede contratar mano de obra eventual o recurrir a la mano de obra permanente.

Una consecuencia importante de la estacionalidad de los trabajos agrícolas es la dificultad de la especialización. En efecto, el agricultor tiene interés en escalonar los periodos punta de trabajo. Esto justifica la elección de técnicas o de cultivos en apariencia menos eficientes que otros. Los agricultores eligen sus planes de producción escalonando la recolección y la mayor parte de las operaciones culturales sobre un periodo lo más amplio posible.

¹⁰ - La elección de periodos bimensuales es debida en parte a la disponibilidad de información. Disponemos de datos medios de número de horas de trabajo correspondientes a la zona de estudio, facilitados por D. Gregorio Arévalo, del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca.

3.- IMPACTO DE LA REFORMA DE LA PAC SOBRE LOS REGADÍOS DE CASTILLA Y LEÓN

3.1.- Escenarios técnico-económicos considerados

Puesto que la región se caracteriza por una gran homogeneidad en cuanto a las producciones y las estructuras productivas, en esta primera fase del estudio vamos a intentar representar el tipo de explotación dominante. Se trata de una explotación familiar de 40 ha, de las cuales 20 son de regadío. La superficie de regadío está sujeta al pago de un canon de riego, estimado en 15.000 pts./ha.

Una vez que hemos tenido en cuenta todas las disponibilidades y las restricciones que determinan las condiciones de la producción para la explotación de referencia, el modelo representa supuestamente el comportamiento racional de los agricultores. Ahora bien, aunque admitamos que el empresario agrícola busca la maximización del beneficio de su explotación, no resulta fácil expresar su preferencia entre actividades muy productivas arriesgadas y otras menos productivas pero más seguras. Resulta igualmente difícil decidir si el agricultor busca un beneficio a corto plazo o bien a largo plazo. Por consecuencia, vamos a considerar que el modelo tiene una calidad aceptable cuando conduce a planes de producción vecinos de los realizados efectivamente en la situación de partida que conocemos. El modelo se ha calibrado por tanto de forma que refleje las condiciones iniciales de la producción, siendo el coeficiente de aversión al riesgo el principal parámetro que nos ha permitido reflejar el comportamiento racional de los empresarios agrarios.

Una vez calibrado, el modelo nos permitirá analizar la reacción de los agricultores ante cambios en el contexto político. En cuanto a las actuaciones de política agrícola, dos situaciones han sido consideradas:

- un **escenario con reforma de la PAC**, que tiene en cuenta los pagos compensatorios anunciados y la disminución de los precios de los productos.
- un **escenario sin reforma**.

Como hemos señalado anteriormente, para tener en cuenta la incertidumbre en cuanto a la disponibilidad de agua, podríamos proceder de manera análoga a como se hizo para la variabilidad de rendimientos. Sin embargo, la imposibilidad técnica de ampliar el modelo nos ha llevado a considerar dos escenarios de agua diferentes:

- un **escenario favorable**, suponiendo que el agricultor dispone del volumen medio de agua consumido (7.500 m³/ha).
- un **escenario desfavorable**, haciendo la hipótesis de que el agricultor decide su plan de producción en función del volumen mínimo disponible (5.000 m³/ha). Esta última hipótesis nos parece bastante adecuada para tratar las inversiones a largo plazo.

3.2.- Potencial y limitaciones del modelo

Ante un cambio de política, el agricultor tiene la posibilidad de modificar la técnica de riego, elegir nuevas técnicas de cultivo o alterar la alternativa de cultivos, variando incluso la superficie de secano y regadío de su explotación. Ello supone un avance respecto a modelos estáticos en los cuales únicamente analizamos los efectos sobre la renta del productor agrario

sin contemplar los cambios previsible en sus planes de producción. El modelo es muy flexible en el sentido de que considera la posibilidad de incrementar la superficie regada (sin variar la cantidad de agua disponible, que es un parámetro fijo). En la práctica, esto no es posible si no se produce una ampliación de la zona regable, pero dar esta posibilidad al modelo nos ha parecido fundamental para hacer algunas predicciones sobre la evolución de los regadíos.

A pesar de sus cualidades, el modelo también presenta algunas limitaciones que es necesario tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados obtenidos.

En primer lugar, se tiene en cuenta tanto el riesgo técnico (variabilidad de rendimientos) como el riesgo económico (variabilidad de precios de los productos). En este sentido, la reforma de la PAC constituye un escenario de "menor riesgo" puesto que una parte de los ingresos de los agricultores proviene de los pagos compensatorios acordados por hectárea y no está sujeta, por tanto, a los aleas meteorológicos o de mercado. Aunque consideramos que en realidad el agricultor percibe la reforma como una situación "más segura", cabe preguntarse si no deberíamos haber tenido en cuenta la incertidumbre sobre las ayudas.

En segundo lugar, en la situación inicial el modelo elige técnicas de producción más extensivas que aquellas realmente observadas en la región. Esto podría deberse a que el simulador EPIC no permite tener en cuenta el efecto de las plagas y enfermedades de los cultivos sobre los rendimientos. Bien es verdad que podríamos haber mejorado los resultados considerando los costes de supervisión superiores que las técnicas más extensivas exigen.

Por último, como ya hemos mencionado, se trata de un modelo de explotación y no tiene, por tanto, en cuenta las posibles actuaciones a nivel de zona regable o incluso de región.

3.3.- Principales resultados obtenidos

3.3.1.- Margen de explotación

Si nos detenemos en primer lugar en el análisis del margen de explotación, observamos que los valores son ligeramente superiores en el escenario con reforma de la PAC (ver gráficos nº 4 y nº 5). Igual sucede en lo que respecta a las inversiones en equipo de riego por aspersión.

Comparando los dos escenarios de agua considerados, se observa que el margen es inferior en el caso del escenario de agua desfavorable; además, en este último escenario los valores obtenidos con y sin reforma se acercan. Esto podría mostrar que la disponibilidad de agua de riego es más limitante que las nuevas disposiciones de la PAC.

Los datos del valor dual del agua (12 pts./m³ en el escenario favorable en agua y 16 pts./m³ en el escenario desfavorable) reflejan una estimación superior del agua de riego a medida que disminuye la disponibilidad de este recurso.

Gráfico n° 4.- Margen de la explotación en el escenario favorable en agua

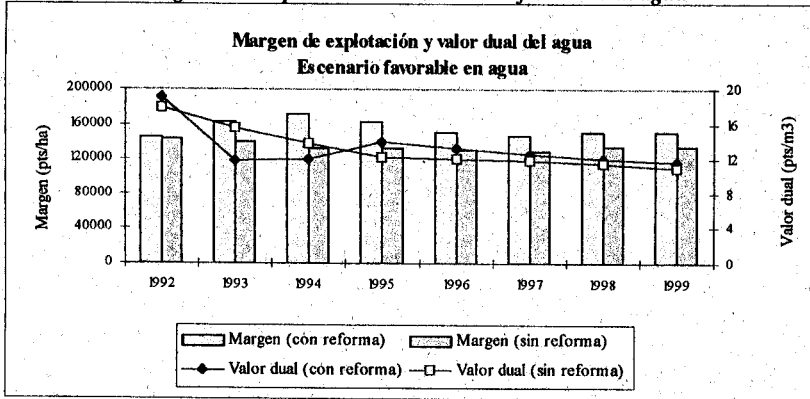
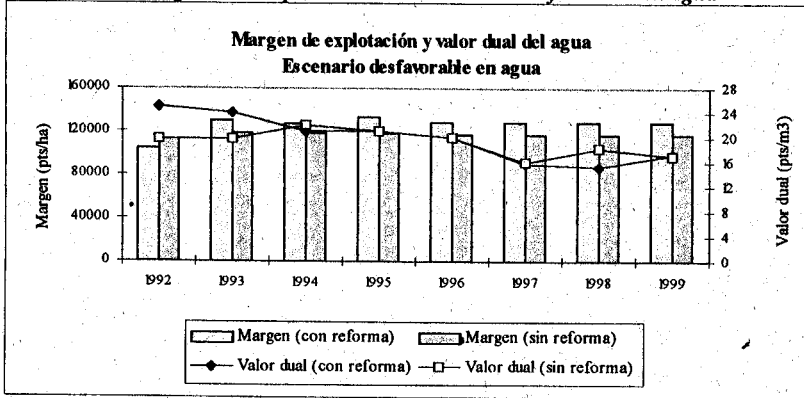


Gráfico n° 5.- Margen de la explotación en el escenario desfavorable en agua

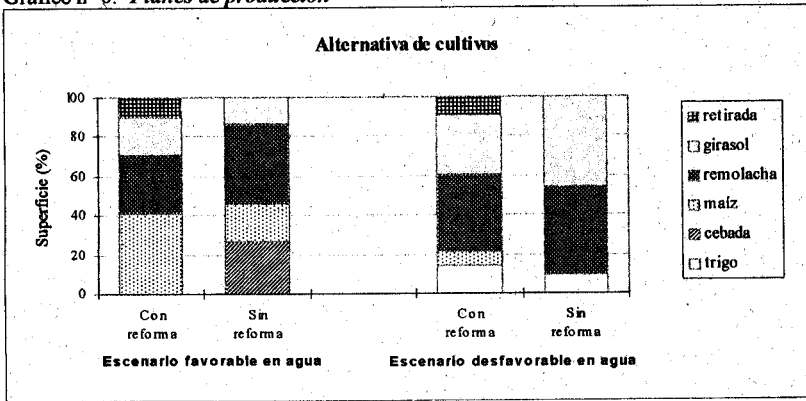


3.3.2.- Planes de producción

Si analizamos ahora las diferencias en cuanto a cultivos elegidos, el principal aspecto a destacar es la fuerte dependencia del plan de producción respecto a las disponibilidades de agua. En el caso del escenario favorable, se observa un aumento de los cultivos de regadío y una disminución, incluso desaparición, del trigo y el girasol de la alternativa. En este sentido, el escenario desfavorable representaría con mayor fidelidad el comportamiento real observado.

En cambio, la alternativa de cultivos es similar para los dos escenarios de política considerados (ver gráfico n° 6). La única diferencia destacable - aparte la obligatoriedad de la retirada de tierras - es el fuerte aumento de la superficie dedicada al girasol durante las dos primeras campañas de aplicación de la reforma.

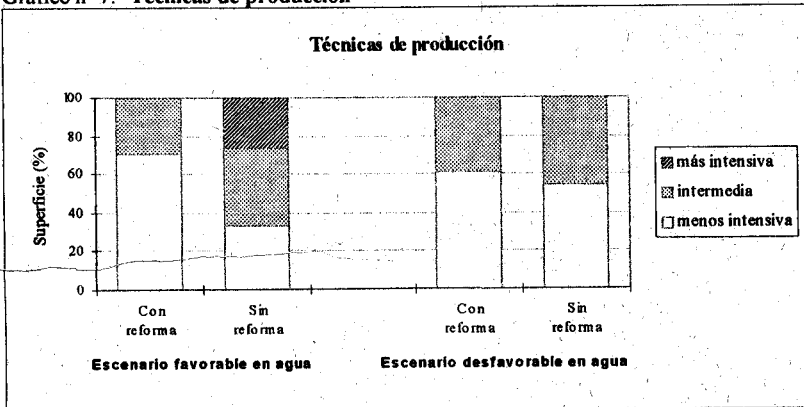
Gráfico nº 6.- Planes de producción¹¹



3.3.3.- Técnicas de producción

Para el primer año considerado, el modelo elige técnicas de cultivo más extensivas de aquellas realmente practicadas. Esto puede ser debido al hecho de que los agricultores utilizan niveles de fertilización y riego superiores a los óptimos. Como los Servicios de Extensión Agraria están verificando en la actualidad, una disminución en los niveles de utilización de inputs puede conducir a mejores resultados económicos, incluso con una disminución de rendimientos. Otra razón que podría explicar este hecho es que el modelo no tiene en cuenta el coste de supervisión adicional que las técnicas más extensivas exigen, así como la superior variabilidad de rendimientos a causa del mayor impacto de enfermedades.

Gráfico nº 7.- Técnicas de producción



¹¹ - El gráfico muestra los resultados obtenidos cuando el modelo alcanza el estado estacionario, es decir, una vez que han transcurrido varios años tras la aplicación de las nuevas medidas.

Por otra parte, comparando los dos escenarios políticos, observamos que el escenario con reforma de la PAC induce a la utilización de técnicas de cultivo más extensivas (ver gráfico n° 7). Conviene aclarar aquí que el nivel de intensificación se ha medido teniendo en cuenta las diferencias en cuanto a aplicación de inputs (abonos, agua de riego, productos fitosanitarios, etc.) y operaciones culturales; la técnica de riego, en cambio, se considera por separado.

Si comparamos los dos escenarios de agua, observamos que el escenario favorable induce a la utilización de técnicas de cultivo más intensivas. Esto parece lógico puesto que un mejor rendimiento de cultivo no puede obtenerse aumentando únicamente la dosis de abonado, sin variar al mismo tiempo la dosis de agua de riego.

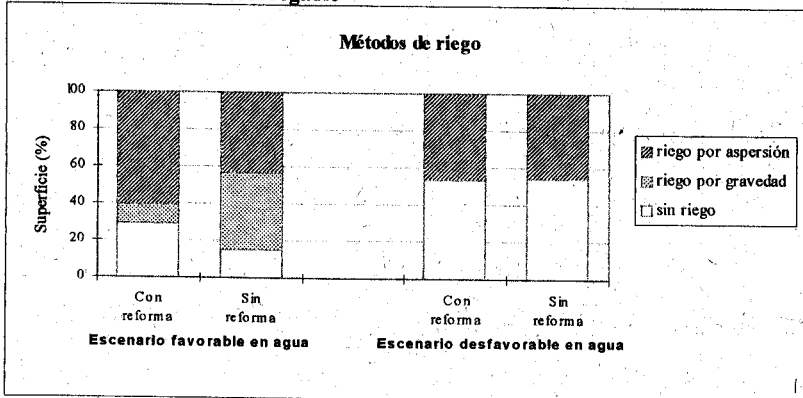
3.3.4.- Técnicas de riego

En un contexto favorable en cuanto a disponibilidad de agua, la reforma de la PAC implicaría un aumento de la inversión en tecnología de riego respecto a la situación sin reforma (ver gráfico n° 8).

En cambio, en un contexto de restricciones de agua, el cambio tecnológico observado es similar con y sin reforma de la PAC. Este hecho podría reflejar que la disponibilidad de agua de riego es más limitante para el agricultor que las nuevas disposiciones de la PAC.

El gráfico n° 8 muestra que, en un escenario favorable en agua, la superficie de secano es ligeramente superior si se aplica la reforma de la PAC. Este hecho viene en parte condicionado por la obligatoriedad de retirar una parte de la superficie de cultivo.

Gráfico n° 8.- Evolución del regadío



Por último, el análisis de los valores duales del agua nos permite determinar la tasa que el agricultor estaría dispuesto a pagar a fin de aumentar la disponibilidad de este recurso. Los valores duales son más elevados en el escenario de agua desfavorable, mostrando la predisposición del agricultor a pagar un precio más elevado a medida que el recurso es más escaso.

4.- CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, la reforma no afectaría negativamente a las rentas de los agricultores de esta zona. Comparando las situaciones con y sin reforma, observamos que, en todos los casos, el margen de explotación es ligeramente superior en el escenario con reforma. Es importante aclarar que esto puede ser debido en parte a que no se ha considerado en el modelo la incertidumbre sobre los pagos compensatorios.

Asimismo, los resultados del modelo parecen estar de acuerdo con los objetivos de la reforma de la PAC, en el sentido de una tendencia a la utilización de técnicas de producción más extensivas. Sin embargo, como hemos señalado anteriormente, la reforma conlleva un aumento de las inversiones en equipo de riego por aspersión. Esta aparente contradicción podría explicarse porque las inversiones se ven favorecidas en un escenario de menor riesgo.

A la vista de los resultados obtenidos, parece deducirse que la política agrícola común, tal como está planteada en estos momentos, no impide el desarrollo de los regadíos regionales.

Nos gustaría terminar por resaltar el interés de utilizar un análisis de este tipo para estudiar la evolución de los sistemas agrícolas. Somos conscientes que este trabajo no supone sino una primera aproximación al problema. Uno de los objetivos de nuestro estudio es analizar las posibilidades de utilizar más racionalmente los recursos hídricos. Sin embargo, el modelo utilizado únicamente nos permite considerar cambios tecnológicos (paso de riego por superficie a riego por aspersión) que implican ahorros considerables de agua pero al precio de un importante incremento del gasto energético. En un futuro, además de las innovaciones tecnológicas dentro de la explotación, sería preciso tener en cuenta las posibilidades de ahorrar agua mejorando los sistemas de distribución de las zonas regables. Por otra parte, la gestión de recursos hídricos en agricultura no concierne únicamente a los aspectos tecnológicos relativos a los métodos y técnicas de riego, sino también a los aspectos legislativos relacionados con la conservación de los recursos hídricos. Por todo ello, nos parece de gran utilidad llevar a cabo estudios económicos de este tipo, que nos permitan definir los instrumentos necesarios para la puesta en marcha de una eficaz política hidráulica en el campo de la agricultura.

BIBLIOGRAFÍA

- Baltanas García, A.- *El Plan Hidrológico Nacional. Situación actual y efectos específicos sobre los regadíos españoles.*- Revista de Estudios Agrosociales nº 167, Enero/Marzo 1994, pp. 27-42.
- Blanco Fonseca, M.- *Analyse des impacts socio-économiques et des effets sur l'environnement des politiques agricoles : Modelisation de l'utilisation agricole des ressources en eau dans la région espagnole de Castille-Léon.*- Montpellier : CIHEAM-Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 1996.- 132 p.- (Thèse Master of Science, IAMM, 1995, Collection Thèses & Masters, nº 32).
- Blanco Fonseca, M; Varela Ortega, C.; Sumpsi Viñas, J.M. y Garrido Colmenero, A.- *Analysis of irrigation water pricing policies in the Spanish agriculture.*- Poster presentado al VIII European Association of Agricultural Economists Congress.- Edimburgo, Reino Unido, 3-7 Septiembre 1996.
- Blanco de Pablos, A. et Cuadrado Sánchez, S.- *Aplicación racional del agua en los regadíos de Salamanca.*- Salamanca: Centro de Edafología y Biología Aplicada, 1982.
- Boussard, J.M.- *Economie de l'agriculture.*- Paris: Economica, 1987.
- Boussard, J.M. et Daudin, J.J.- *La programmation linéaire dans les modèles de production.*- Paris: Masson, 1988.

- Cabo Alonso, A.- *Transformación en regadío y evolución de la explotación agraria de tipo familiar: el ejemplo de la cuenca del Duero.*- Agricultura y Sociedad n° 32, Julio/Septiembre 1984, pp. 229-256.
- Cavero, J., Gómez, I. et Rodríguez, B.- *Aproximación a las consecuencias de la reforma de la PAC sobre el conjunto de la economía de Castilla y León. Extensión al caso nacional.*- Investigación Agraria-Economía, vol. 9 - n° 1, Abril 1994, pp.78-94.
- Ceña Delgado, F.- *Effets possibles de la Nouvelle PAC sur l'agriculture espagnole.*- Economie Rurale n°211, Septiembre/Octubre 1992, pp.67-70.
- Deybe, D.- *Politiques pour une agriculture durable. Essai sur la gestion de ressources naturelles renouvelables.*- Paris: Université de Paris-I-Pantheon-Sorbone, 1992 (Tesis doctoral).
- España. Junta de Castilla y León.- *Año 1993. Gestión integrada de ayudas. Resultados de la reforma de la P.A.C. en la agricultura y ganadería de Castilla y León.*- Valladolid : Junta de Castilla y León, Consejería de Agricultura y Ganadería, 1994.
- España. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (M.O.P.T.).- *Plan Hidrológico Nacional. Memoria. Abril 1993.*- Madrid: MOPT, Secretaría de Estado para las Políticas de Agua y Medio Ambiente, 1993.
- F.A.O.- *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación, 1993.*- Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura, 1993.
- Flichman, G.- *Type d'exploitation agricole. Alternatives productives et compétitivité.*- Communication préparée pour le colloque "Diversification des modèles de développement rural: questions et méthodes".- Paris, Ministère de la Recherche et de la Technologie, Abril 1986.
- García Fernández, R. et García Grande, M.J.- *El sector agrario de Castilla y León: transformaciones y resultados económicos en las últimas décadas.*- Tercer Congreso de Economía Regional de Castilla y León.- Valladolid, Junta de Castilla y León, 1992.
- Hazell, P.B.R. et Norton, R.- *Mathematical programming for economic analysis in agriculture.*- New York: Mac Millan Publishing Company, 1986.
- Jiménez Díaz, L., Prieto Guijarro, A., et al.- *El regadío como proceso de intensificación de la agricultura familiar en algunos sistemas agrarios de Castilla y León.*- Los regadíos de Castilla y León en el marco de la CEE.- Valladolid: Junta de Castilla y León, 1986.
- Josling, T.- *La réforme de la PAC et son importance pour les pays industrialisés.*- In: Economie Rurale n° 223, Septiembre/Octubre 1994, pp. 27-31.
- Krinner, W. et al.- *Eficiencia de los sistemas de riego en España.*- Ingeniería Civil 88, 1993, pp.167-179.
- Markovitz, H.M.- *Portfolio Selection.*- Journal of finance 7 (3), pp. 82-92.
- Miranda Escolar, B.- *La nueva política agrícola común en Castilla y León.*- Tercer Congreso de Economía Regional de Castilla y León.- Valladolid, Junta de Castilla y León, 1992.
- Putman, J. et Dyke, P.- *The Erosion-Productivity Impact Calculator as formulated for the Resource Conservation Act Appraisal.*- New York: U.S. Department of Agriculture, Natural Resource Economics Division, Economic Research Service, 1987.
- Solow, R.M.- *Somme Recent Developments in the Theory of Production.*- Murray Brown éd. Theory and Empirical Analysis of Production.- New York, National Bureau of Economic Research, 1967, pp. 25-49.
- Tietenberg, T.- *Environmental and natural resource economics.* 2nd Edition.- Boston: Scott, Foresman and Company, 1988, 560 p.
- Tracy, M.- *L'esprit de Stressa.*- In: Economie Rurale n° 223, Septiembre/Octubre 1994, pp. 7-12.
- Vicien, C.- *Les modèles de simulation comme outil pour la construction de fonctions de production: une application à la mesure de l'efficacité de la production agricole.*- Montpellier: Institut Agronomique de Montpellier. Collection Thèses et Masters n° 6, 1989, 133 p.