

A. Gómez-Ramos y J. Gallego-Ayala

**¿CONTRIBUYEN LOS PROGRAMAS DE APOYO DESARROLLADOS EN EL
ARTÍCULO 68 A LA SOSTENIBILIDAD DE LA ACTIVIDAD AGRARIA?
EL CASO DE LA AGRICULTURA DE SECAÑO DE CASTILLA Y LEÓN**

Separata ITEA

INFORMACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA AGRARIA, VOL. **107** N.º 3 (184-208), 2011

¿Contribuyen los programas de apoyo desarrollados en el artículo 68 a la sostenibilidad de la actividad agraria? El caso de la agricultura de secano de Castilla y León

A. Gómez-Ramos* y J. Gallego-Ayala**

* Departamento de Economía Agraria. E.T.S. de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid.
Avenida de Madrid 57, 34071. E-mail: almgomez@iaf.uva.es

** Water Research Institute of Mozambique, Av. Patrice Lumumba nº 770, Maputo. Mozambique

Resumen

El Chequeo Médico de la PAC ha introducido una serie de medidas de apoyo a diferentes sectores agrarios al objeto de minimizar los efectos de la aplicación de un pago desacoplado en los sectores menos competitivos de la agricultura. Este trabajo analiza la puesta en marcha del plan de apoyo a la agricultura de secano a través del Plan Nacional de Fomento de Rotaciones, analizando sus efectos sobre la sostenibilidad de estos sistemas agrarios. La aplicación empírica se ha centrado en el secano de Castilla y León. Los resultados de las simulaciones llevadas a cabo en las diferentes comarcas seleccionadas como caso de estudio a través de la Programación Matemática Positiva ponen de manifiesto la influencia que tiene en la acogida al Plan la orientación productiva hacia los cultivos objeto de éste. El análisis de los resultados permite concluir además sobre la necesidad de simplificar los mecanismos de puesta en marcha de esta ayuda pues la eficiencia de la ayuda es en muchos casos limitada.

Palabras clave: Política Agraria Común, agricultura de secano, programación matemática positiva, Castilla y León.

Summary

**Do support programs developed by Article 68 contribute to the agricultural activity sustainability?
The case of rain-fed agriculture in Castilla y León (Spain)**

The CAP Health Check introduces a set of support measures to assist vulnerable agricultural sectors, with the aim of minimizing the effects of the implementation of total decoupling payments in less competitiveness sectors. This paper analyzes the impact of a support program for rain-fed agriculture, through the National Plan for Encouragement of Crops Rotations. The case study is focused on Castilla y León (Spain) rain-fed agriculture. The simulation results based on Positive Mathematical Programming technique for each farming district analyzed, reveal the influence of the traditional crops rotations in the analyzed areas to adhere to the National Plan for Encouragement of Crops Rotations. The analysis of the results allow us to conclude that there is need for simplification of the mechanisms designed to carry out this program, bearing in mind that the support efficiency in many cases is limited.

Key words: Common Agricultural Policy, rain-fed agriculture, positive mathematical programming, Castilla y León.

1. Contexto y objetivos del trabajo

En la actualidad el modelo de apoyo al sector agrario europeo se encuentra en un profundo proceso de debate interno en el que se discute la idoneidad del actual modelo y sus posibles alternativas (EC, 2009). Aunque sobre el primer elemento existe un casi total consenso en la necesidad de reorientar el actual sistema de ayudas basado en un pago desacoplado, se observa una gran disparidad de opiniones sobre las posibles alternativas a dicho modelo, que difieren en la propia concepción del sector agrario como actividad meramente productiva o como actividad multifuncional (Compés y García Álvarez-Coque, 2009; Massot, 2009). Previo a este proceso de profunda revisión de la Política Agraria Común (PAC) para el nuevo período presupuestario 2014-2020, se ha puesto en marcha en el año 2010 el llamado Chequeo Médico de la PAC (CM), aprobado en noviembre de 2008 con el fin, por un lado de corregir los desajustes detectados tras los tres años de funcionamiento del pago parcialmente desacoplado –instrumento estrella de la reforma intermedia de la PAC (MTR en adelante) aprobada en el año 2003– y por otro y de forma menos explícita, dar respuesta a los nuevos retos globales (cambio climático, biocombustibles, gestión hídrica y biodiversidad).

Durante la última década la comunidad científica ha estudiado los posibles efectos del desacoplamiento de las ayudas agrarias. En este sentido, se han realizado tanto valoraciones *ex-ante* a la puesta en marcha de la MTR (Beard y Swinbank, 2001), así como valoraciones *ex-post*, anticipando sus posibles efectos sobre los incentivos para abandonar la actividad en función del sistema agrario analizado (Gohin, 2006; Breen *et al.*, 2005; Balkhausen, 2007; Rude, 2008), o sobre el uso de los insumos agrarios (Serra *et al.*, 2006) o bien sobre la biodiversidad

(Oñate *et al.*, 2007). En cualquier caso, se puede afirmar que la experiencia habida en estos años sobre los efectos ambientales y socioeconómicos del desacoplamiento de las ayudas en la agricultura europea es escasa debido a lo limitado del tiempo de su funcionamiento. La reforma de este instrumento incorporado tras el CM supone un avance más en la MTR, en la medida que profundiza en el desacoplamiento al generalizarse a la mayoría de los sectores (Buckwell, 2008), aunque se discute si en la práctica se trata de una reforma de calado o es una operación de mero maquillaje de las ayudas para hacerlas socialmente más aceptables (Moss *et al.*, 2010). No obstante, el CM supone un acercamiento hacia un nuevo escenario de ayudas agrarias basado en un modelo mucho más selectivo en el que éstas tienden a ser justificadas fundamentalmente por su contribución explícita a la consecución de determinados objetivos, especialmente los objetivos ambientales (Massot, 2009). Esta nueva concepción de las ayudas constituye la base del debate de la PAC post 2013 y sobre la que gira la propuesta de la Comisión Europea presentada a finales de 2010 (EC, 2010).

Las ayudas ligadas a los programas agroambientales llevadas a cabo en los últimos quince años recogen la anterior filosofía. Son varios los autores que argumentan la necesidad de implementar programas agroambientales específicos para contrarrestar los efectos negativos provocados por el riesgo de abandono de la actividad agraria debido al desacoplamiento total de las ayudas (Oñate *et al.*, 2007, Paniagua-Mazorra 2001). Acts *et al.* (2010) o Canton *et al.* (2009) mantienen la necesidad incluso de combinar ambos instrumentos como mecanismo para mantener los ecosistemas y las rentas agrarias.

Este mensaje lanzado desde distintos ámbitos ha tratado de ser recogido en la reforma del CM a través del artículo 68 del Reglamento (CE) 73/2009 que desarrolla la

reforma, pues incorpora la posibilidad de que los Estados miembros puedan reconectar (acoplar a la producción) determinadas ayudas si ello conlleva la consecución de objetivos ambientales, de calidad o de comercialización, con lo que de alguna manera se trata de anticipar estos efectos.

En España debido a la inquietud que genera en el sector agrario el desacoplamiento total de las ayudas especialmente en las tierras más marginales por sus implicaciones socioeconómicas y ambientales, se ha lanzado el *Programa Nacional para el Fomento de Rotaciones en Tierras de Secano* (PNFR en adelante) en el marco del artículo 68 del Reglamento 73/2009 que articula una ayuda acoplada a la superficie cultivada si se verifican determinados requerimientos agronómicos con beneficios ambientales como es la introducción de rotaciones tradicionales. Este programa, que en su base no se concibe como un programa agroambiental pero que se estructura como tal, se circunscribe a aquellas comarcas que tienen rendimientos comarcales medios inferiores a 2 t/ha con el objetivo de mantener una agricultura de secano sostenible en las zonas más marginales, de forma que se eviten los potenciales efectos negativos que conlleva el abandono de la práctica de la actividad agraria (pérdida de tejido productivo rural, riesgo de erosión del suelo, etc.).

En el marco de la incertidumbre que implica la ayuda desacoplada en sistemas agrarios marginales se plantea este trabajo que tiene por objetivo en primer lugar evaluar el diseño del propio Plan, valorando la idoneidad de las comarcas a las que se dirige el PNFR en función del potencial grado de acogida mediante su simulación a través de modelos de programación matemática. En segundo lugar, se evaluará la posible mejora de la sostenibilidad de los secanos cerealistas en las comarcas que potencialmente pueden beneficiarse del PNFR mediante el

análisis de determinados indicadores de sostenibilidad previamente seleccionados. Por último se tratará de analizar la eficiencia del pago que conlleva el Plan.

Para alcanzar el objetivo anteriormente expuesto el trabajo se ha organizado de la siguiente manera: tras esta introducción se presenta el Plan de apoyo y se detallan y discuten los elementos clave que lo caracterizan. El tercer apartado del trabajo se destina a caracterizar las comarcas que componen la zona caso de estudio. En el cuarto apartado se expone la metodología seguida en esta investigación. En él se plantea por un lado el modelo de programación matemática utilizado para la simulación del Plan y en segundo lugar se describen los indicadores para medir la sostenibilidad. En el siguiente apartado se presentan y discuten los resultados obtenidos valorando la eficiencia final de la ayuda. Finalmente, en la última sección se exponen las principales conclusiones extraídas de la investigación.

2. Las claves del Plan Nacional de Fomento de Rotaciones

El artículo 68.1.a.v del Reglamento (CE) 73/2009 establece la posibilidad para que los Estados miembros desarrollen ayudas específicas a agricultores que desarrollen actividades agrarias que reporten beneficios agroambientales. Estas ayudas se instrumentan a modo de compromisos agroambientales por lo que deberán cumplir los mismos requisitos que se exige a los programas agroambientales desarrollados en el marco del Reglamento de Desarrollo Rural; no obstante, cabe señalar que la ayuda que se articula a través del PNFR a diferencia de los programas agroambientales se formula a través de contratos anuales y en estas no se incluyen los costes de transacción. Se trata por tanto, de pagos equivalentes como

máximo al sobrecoste derivado de la actuación. De este modo se desarrolla un pago acoplado con fines ambientales pero dentro del paquete de ayudas directas del primer pilar lo que asegura su catalogación como de caja verde en el marco de la Organización de Mercado Común. De este modo se da un paso más en la indefinición de la frontera entre el primer y el segundo pilar de la PAC (Gómez-Ramos, 2010).

En España se ha hecho uso de esta posibilidad mediante el desarrollo del PNFR con el objeto de afrontar el posible riesgo de abandono de las superficies de cultivos herbáceos con menores rendimientos tras el desacoplamiento total de las ayudas que conlleva la puesta en marcha del CM a partir de 2010. El interés de mantener estos suelos en producción radica en el riesgo de erosión y pérdida de estructura del suelo que dicho abandono produciría, y en los beneficios agroambientales que generan las rotaciones tradicionales que se desarrollan en estos terrenos y que son propias de la agricultura mediterránea. Para ello el programa incentiva la introducción de leguminosas, proteaginosas y oleaginosas en las alternativas de cultivo. El PNFR ha sido planteado con el *leitmotiv* de mantener el cultivo bajo las siguientes premisas: a) la gestión tradicional del suelo mediante la alternancia de cultivo y barbecho blanco o semillado, b) la sustitución de fitosanitarios por la rotura natural de ciclos biológicos de plagas y enfermedades, c) la reintroducción de variedades tradicionales, y d) la reducción en el uso de fertilizantes derivada de la fertilización nitrogenada natural fruto de la fijación que de este elemento hacen las leguminosas introducidas en la rotación.

La aplicación de este programa conlleva la adquisición de una serie de compromisos por parte del productor de carácter obligatorio aplicados a la superficie elegible (es decir

aquella que computa para el cálculo de la ayuda y que hasta 2010 no incluye el barbecho) y que implican, por un lado el mantenimiento de los índices de barbecho simplificado (ver Tabla 1), y por otro, dedicar al menos el 20% de la superficie elegible a un cultivo alternativo al cereal: leguminosas y/o proteaginosas y/o oleaginosas. Esta situación supone recibir un pago por explotación de 60 €/ha que se podría ver complementada por otro pago adicional (*Complemento 1* de 20 €/ha) si se verifica el requisito voluntario consistente en dedicar un 5% adicional de la superficie elegible con derecho a pago a leguminosas y/o proteaginosas y/o oleaginosas, cubriendo al menos un 25% de sustitución. Un segundo pago adicional (*Complemento 2* de otros 20 €/ha) se podría recibir si se dedica el mismo 5% de superficie adicional únicamente a leguminosas elegibles de manera que se cubra al menos un 25% de sustitución con dichas leguminosas. El programa establece que la ayuda máxima a percibir es de 100 €/ha para todas las hectáreas determinadas con derecho a pago para un máximo establecido de 100 ha por beneficiario.

Es importante destacar que el acogimiento a este Plan es incompatible con la ayuda procedente del Programa Nacional para la calidad de las leguminosas existente en España. Por el contrario, los programas agroambientales que actualmente apoyan este tipo de rotaciones tradicionales basadas en las leguminosas (como es el caso del denominado *Agro-ecosistemas extensivos de secano* aplicable en Castilla y León) son compatibles con la ayuda del Plan en aquellas comarcas en las que convivan ambos programas. Este elemento es importante pues a efectos prácticos, supone que el PNFR sea compatible con los programas agroambientales y por tanto, podrían tener efectos sinérgicos dado que los requisitos y los objetivos de ambos programas son muy similares.

Tabla 1. Índices de barbecho obligatorio en función de los rendimientos comarcales*
 Table 1. Compulsory set aside rates based in county yields

IRC(t/ha)	IBS (hectáreas de barbecho por cada 100 que reciben la ayuda del PNFR)
1,2	25
1,5	20
1,8	15
2,0	10

*IRC: Índice de Rendimiento Comarcal; IBS: Índice de Barbecho Simplificado.

3. Caso de estudio: el secano de Castilla y León

La aplicación empírica de este trabajo se circunscribe al ámbito geográfico de la comunidad autónoma de Castilla y León, situada en el centro de España, la cual tiene un marcado carácter agrario. Así en la actualidad, esta comunidad posee más de 3,5 millones de hectáreas de tierras labradas, de las cuales el 89% se explotan en régimen de secano; asimismo los sistemas agrarios del secano castellano y leoneses, se caracterizan por ser sistemas extensivos con una marcada orientación productiva hacia los cultivos herbáceos (más del 95% de la superficie cubierta por el secano está destinada a estos cultivos) (CAG, 2007). En esta región además existe un grave problema de despoblamiento de las zonas rurales, generado en cierta medida por el proceso de modernización del sector agrario y la concentración de la propiedad acaecido durante las últimas décadas (Gómez-Limón *et al.*, 2007). A pesar de ello, la agricultura sigue jugando un papel estratégico como sector principal para la

supervivencia socioeconómica de determinadas áreas rurales, siendo una actividad viable que genera un margen bruto al agricultor en torno a los 314 €/ha y una demanda de mano de obra de 0,79 personas-día/hectáreas-año (Gómez-Limón, 2006)¹. En determinadas comarcas estas cifras se explican por la existencia de las ayudas directas procedentes de la PAC, siendo éstas responsables de la continuidad de la actividad en determinadas zonas. En este sentido, existe un relativo consenso entre la administración y las organizaciones agrarias de que el reciente desacoplamiento total de las ayudas pueda amenazar la continuidad de la agricultura en los secanos más marginales, razón por la cual se ha lanzado el PNFR, tal y como se apuntaba en el apartado *Las claves del Programa Nacional de Fomento de Rotaciones*.

En la Figura 1 se muestran en color gris oscuro las comarcas de la región que tienen rendimientos comarcales inferiores o iguales a 2 t/ha y que por tanto son susceptibles de acogerse a las ayudas del Plan. Como se puede apreciar en el mapa, la mayor parte de estas comarcas limitan con otras Comunidades

1. En Castilla y León una hectárea típica de secano genera como media en torno a los 264 €/ha y una demanda de mano de obra de 0,64 personas-día/hectáreas-año. Por el contrario una hectárea típica de regadío genera una media de 831 €/ha y una demanda de mano de obra de 2,42 personas-día/hectáreas-año (Gómez-Limón, 2006 y Gómez-Limón *et al.*, 2007).

Autónomas a través de cadenas montañosas como frontera natural, lo que es un claro indicador de la escasa orientación productiva hacia la agricultura de estas comarcas, siendo la actividad ganadera predominante en ellas. Por esta razón para el análisis llevado a cabo en este trabajo se han descartado aquellas comarcas en las que el peso de la actividad agraria no es significativo en relación a la importancia de las otras actividades económicas desarrolladas en esas comarcas².

Las comarcas finalmente seleccionadas para el análisis son aquellas que potencialmente se pueden acoger al PNFR y que tienen una mayor vocación agraria, tal y como se pone de manifiesto a la luz de los datos sobre SAU de las comarcas seleccionadas (ver Tabla 2); las comarcas seleccionadas para el análisis son: Ávila, El Barco de Ávila y Valle del Tietar (Ávila); Tierras de León (León), Vitingudino y Ciudad Rodrigo (Salamanca); Aliste (Zamora).

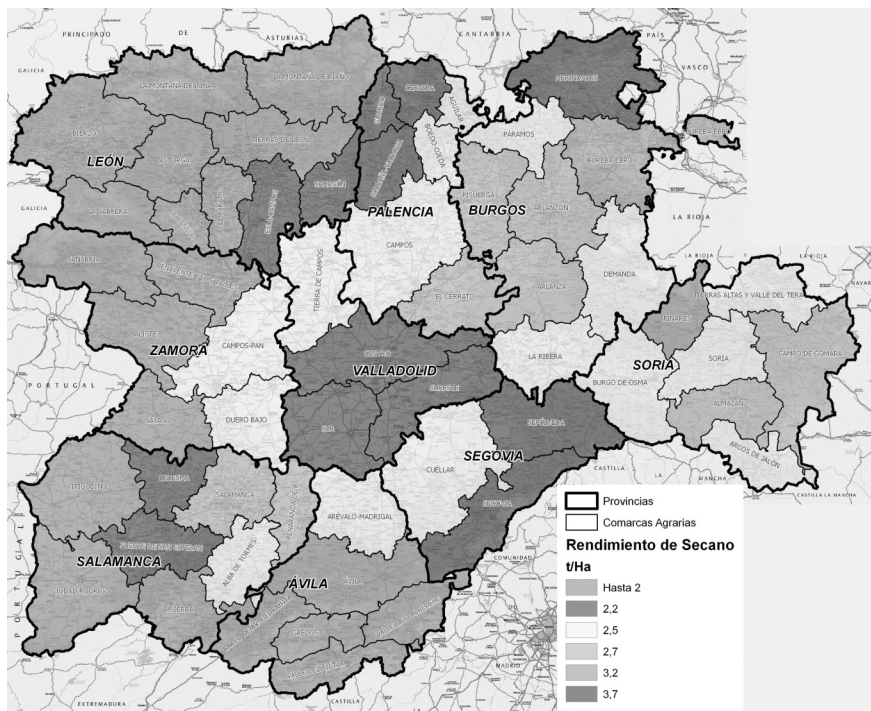


Figura 1. Comarcas incluidas en el PNFR de Castilla y León.
Figure 1. Counties included by the PNFR for Castilla y León.

2. Las comarcas que han sido desestimadas para este trabajo son: las ubicadas en la montaña leonesa –El Bierzo, Montañas de Luna, Montañas de Riaño o Astorga–, las comarcas fronterizas de la provincia de Zamora –Sanabria y Sayago–, y las comarcas ubicadas en el Sistema Central y la Cordillera Ibérica –Gredos, Bajo Alberche y la comarca de Pinares de la provincia de Soria–.

En la Tabla 2 se presentan las características generales de las comarcas caso de estudio que se han seleccionado para este análisis, teniendo en consideración la relativa importancia de la agricultura de secano practicada en éstas. Para hacer más ilustrativa la evaluación del PNFR se han incluido en este estudio las comarcas ubicadas en la macro comarca de Tierra de Campos que abarca las siguientes comarcas agrarias: Campos (Palencia), Tierra de Campos (Valladolid) y Campos-Pan (Zamora). Estas comarcas aunque se encuentran fuera del Plan por tener rendimientos superiores a las 2 t/ha muestran una mayor orientación agrícola y en las que el cultivo de las leguminosas, proteaginosas y oleaginosas tiene una relativa importancia en las rotaciones de cultivo (existen denominaciones de calidad y una ayuda agroambiental dentro del programa *Agroecosistemas extensivos de secano* que fomenta estos cultivos en la comarca). El objeto de considerarlas en este trabajo es valorar el posible efecto que tendría el PNFR en estas comarcas que también son vulnerables al abandono provocado por el desacoplamiento total de las ayudas, pero que son potencialmente más propensas a introducir en su alternativa de cultivos las rotaciones que promueve el Plan.

Cabe señalar a la vista de los datos expuestos en la Tabla 2, la escasa orientación productiva hacia el secano de las comarcas agrarias seleccionadas que forman parte del PNFR en Castilla y León, que se ve plasmado en primer lugar por el escaso porcentaje de la superficie de las tierras labradas en relación a la SAU de la comarca (alrededor del 30%), así como del pequeño porcentaje de las tierras destinado a la agricultura de secano, que alcanza valores igualmente bajos en comparación con la SAU de las comarcas (alrededor del 25%). En el lado opuesto a esta situación se encuentran las comarcas seleccionadas localizadas fuera del PNFR, las

cuales presentan una clara orientación hacia la actividad agraria (más del 95% de la superficie de la SAU comarcal está cubierta por tierras labradas) siendo el secano la actividad agrícola mayoritaria (en torno al 87% de la SAU comarcal se destina al secano).

4. Metodología

Al objeto de evaluar el impacto de la implementación del PNFR sobre la zona caso de estudio, la metodología aplicada en este trabajo está basada en la simulación del comportamiento productivo de las comarcas seleccionadas a través de técnicas de programación matemática, más concretamente se ha seleccionado la Programación Matemática Positiva (PMP). Esta técnica de simulación permitirá cuantificar los impactos que generarán cada uno de los complementos recogidos en el PNFR a través de una batería de indicadores de sostenibilidad, que serán confrontados con los valores de los mismos con el *Escenario CM* que recoge el desacoplamiento total de las ayudas consecuencia de la aplicación del CM y que sería la alternativa en el momento actual.

4.1. Los escenarios de ayuda analizados

Al objeto de analizar el impacto de la desconexión total de las ayudas de la PAC así como los efectos del PNFR se han analizado diversos escenarios relacionados con la PAC:

- *Escenario MTR*: este escenario corresponde con el escenario político anterior al actual, derivado de la implementación de la reforma intermedia de la PAC de 2003 (entró en vigor en España en el año 2006), y que consideraremos como *Escenario base* para la calibración de los modelos de simulación. La principal característica de este escenario es la desvinculación parcial

Tabla 2. Características generales de las comarcas analizadas
 Table 2. Main features of analyzed counties

	Ávila	Barco de Ávila	Valle del Tietar	Tierras de León	Vitigundino	Ciudad Rodrigo	Aliste	Campos de Palencia	Tierra de Valladolid	Campos-Pan Zamora
<i>Provincia</i>	Ávila	Ávila	Ávila	León	Salamanca	Salamanca	Zamora	Palencia	Valladolid	Zamora
<i>Altitud (m)</i>	1.128	1.058	450	870	769	729	850	815	750	750
<i>Precipitación (mm)</i>	400-600	600-800	600-800	600-800	600-800	600-800	600-800	400-600	400-600	400-600
<i>SAU comarca (ha)</i>	169.924	76.666	58.245	69.347	185.581	177.491	64.598	261.505	171.446	184.064
<i>Tierras Labradas (ha)</i>	42.199	3.737	9.431	35.111	37.864	29.157	39.696	254.992	169.147	169.271
<i>SAU seco (ha)</i>	40.160	3524	3.490	24.326	36.325	26.273	39.204	217.163	158.990	156.894
<i>SAU Regadío (ha)</i>	2.039	213	5.941	10.785	1.539	2.884	492	37.829	10.157	12.377
<i>Nº explotaciones</i>	1.750	1.048	7.116	2.190	3.262	1.881	2.782	3.882	2.640	4.517
<i>Tamaño medio explotaciones (ha)</i>	24,11	3,57	1,33	16,03	11,60	15,00	14,27	65,7	64,07	37,74
<i>Tierras en propiedad (SAU-ha)</i>	90.149	48.566	44.471	35.862	86.133	106.161	41.308	132.339	98.630	107.383
<i>Ganadería</i>										
<i>(Unidades Ganaderas)*</i>	75.163	33.224	25.461	38.669	86.637	86.468	32.909	34.673	69.986	67.126
<i>Rendimiento comarca (t/ha)</i>	2,0	1,8	1,5	1,8	1,2	1,5	1,8	2,5	2,5	2,2
<i>Índice de Barbecho</i>	30	50	50	50	50	50	50	0	10	40
<i>Principales cultivos</i>	Cereales de invierno	Cereales de invierno	Cereales de invierno y veza forraje	Cereales de invierno	Cereales de invierno	Cereales de invierno	Cereales de invierno	Cereales de invierno	Cereales de invierno	Cereales de invierno

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de INE (2001) y MARM (2010).

* Las Unidades Ganaderas expuestas en el Cuadro hacen referencia al conjunto de la cabaña ganadera formada por bovinos, ovinos, caprinos y porcinos.

de las ayudas de la PAC, es decir, el mantenimiento del 25% de los pagos directos por superficie y el régimen de Pago Único por Explotación (PUE) a través del cual se cobra el 75% de las ayudas históricas.

- *Escenario CM*: este segundo escenario hace referencia a la reforma de la PAC introducida con la aprobación del Chequeo Médico de la PAC y que ha entrado en vigor en España en la campaña agrícola 2009/2010 donde se incluye como mayor novedad el desacoplamiento total de las ayudas directas a los cultivos. Igualmente este escenario se caracteriza por la supresión de la retirada obligatoria de tierras vigente hasta el anterior escenario de la PAC. Este escenario ayudará a comprender el potencial impacto del desacoplamiento total de las ayudas y confirmar o refutar las inquietudes en el sector agrario relativo a los temores del abandono de la actividad agraria en las tierras más marginales.
- *Escenario PNFR*: este escenario se plantea dentro del marco institucional establecido en el *Escenario CM* y permitirá evaluar el potencial impacto del PNFR en los secanos cerealistas en las comarcas que potencialmente pueden beneficiarse de este Plan. Tal y como se apuntaba en la sección 2 este Plan que será desarrollado dentro del CM tiene como principal característica la concesión de ayudas por explotación supeditadas a la introducción de nuevos cultivos en las rotaciones de cultivos tradicionales en la zona.

4.2. El modelo de simulación

La PMP desarrollada por Howitt (1995), es una técnica de modelización matemática basada en un sistema de calibración, a través del

cual se establece una función de costes o rendimientos no lineales que permite reproducir la misma distribución de cultivos observada en el año base, utilizando para ello la información contenida en el valor dual de las variables de decisión (cultivos). La PMP, puede ser utilizada para simular el patrón de comportamiento productivo a nivel de explotación agrícola o a nivel regional simulando distintos sistemas agrarios (Arfini *et al.*, 2005) ante diferentes cambios en el plano normativo que afecten al sector agrario. Asimismo, la PMP asume que la actividad productiva observada en la realidad es consecuencia del principio de maximización del beneficio por parte de los agentes económicos.

El método de calibración "estándar" descrito por Howitt (1995), se inicia con el desarrollo de un modelo auxiliar de Programación Lineal (PL), que maximiza la siguiente función objetivo³:

$$\text{Max } MBT = \sum_i (p_i \cdot y_i - c_i + s_i) \cdot x_i + PU \quad [1a]$$

$$\text{Sujeto a } A\vec{X} \leq \vec{B}, \quad \vec{X} \leq \vec{X}_0 (1 + \varepsilon) \quad [1b]$$

donde *MBT* es el margen bruto total, y representa la función objetivo (supuesto de maximización del beneficio). El *MBT* se calcula como la suma de los márgenes brutos aportados por cada cultivo *i*. Así, el *MBT* es función de las x_i , las superficies dedicadas a cada cultivo *i* que son consideradas como las variables de decisión del modelo. Además, para el cálculo del *MBT* se requiere disponer de información cuantitativa para cada uno de los cultivos considerados en la alternativa de los siguientes coeficientes técnicos: precios (p_i), rendimientos (y_i), costes variables (c_i), ayudas directas por superficie de la PAC acopladas a la producción (s_i) y la cuantía del pago único (*PU*) recibida en cada comarca.

3. Cabe apuntar que la presentación de la versión "estándar" de la PMP expuesta en este trabajo hace referencia a la calibración de modelos de PMP utilizando funciones de rendimientos no lineales. Igualmente, este ha sido el enfoque de la PMP seguido en esta investigación.

El conjunto de restricciones del modelo anterior se representa a partir de la matriz de coeficientes de necesidades de recursos (A) y el vector de recursos disponibles (\vec{B}). Asimismo, el bloque de restricciones ($\vec{X} \leq \vec{X}_0 \cdot (1 + \varepsilon)$) hace referencia a la restricción de la superficie de tierra disponible, donde \vec{X}_0 representa el vector de superficies de los cultivos observados en el año base y ε es un pequeño número positivo que se asigna de forma arbitraria. La adición de estas restricciones fuerza una solución óptima del modelo de PL que reproduce la rotación de cultivos observada en el año base (\vec{X}_0). Como resultado de la introducción de estas restricciones, la solución del modelo genera el valor dual asociado a la superficie de cada uno de los cultivos, los cuales son utilizados para derivar la función de rendimientos no lineales. Así, la nueva función objetivo del modelo de PMP, que reproducirá la distribución de cultivos en el año base (*Escenario MTR*)⁴, se ajusta a la siguiente expresión matemática:

$$\text{Max } MBT = \sum_i [p_i \cdot (\beta_i - \delta_i \cdot x_i) - c_i + s_i] \cdot x_i + PU \quad [2a]$$

$$\text{Sujeto a } A\vec{X} \leq \vec{B} \quad [2b]$$

Sobre este modelo calibrado se simulará un escenario de desacoplamiento total de las ayudas sin contar con ninguna ayuda acoplada como la que se simula con los pagos

correspondientes al PNFR. En las siguientes sub-secciones se expone de forma sintética la formulación matemática de estos escenarios.

4.2.1. Modelo de simulación para el Escenario CM

A partir del modelo de PMP expuesto en la ecuación [2] y realizando los cambios oportunos se puede simular el comportamiento productivo de los agricultores ante el nuevo marco político de la PAC⁵. Así, al objeto de poder simular la implementación del PNFR contemplado en el Chequeo Médico de la PAC de 2009 en la agricultura de secano de Castilla y León se ha adaptado el modelo desarrollado por Atance y Barreiro (2006) y Oñate *et al.* (2007). Así, el modelo de simulación construido para la implementación del Cheque Médico se ajusta a la siguiente expresión:

$$\text{Max } MBT = \sum_i [p_i \cdot (\beta_i - \delta_i \cdot x_i) - c_i] \cdot x_i + PU \quad [3a]$$

Sujeto a:

$$\text{Restricción superficie total de secano de la comarca: } \sum_i x_i \leq SUP \quad [3b]$$

Restricción rotación barbecho:

$$\sum_i x_{rot} \leq x_{barbecho} \quad [3c]$$

$$\text{Restricción de no negatividad: } x_i \geq 0 \quad \forall i \quad [3d]$$

4. El modelo presentado en el año base se ha calibrado utilizando la distribución de la SAU comarcal en el año 2006-2007 destinada a cultivos de secano y que se han obtenido de las hojas 1T suministradas por el MARM (MAPA, 2007). Igualmente, los coeficientes técnicos que se han utilizado para calibrar el modelo (precios de las materias primas, rendimientos de los cultivos, costes variables de cultivo y ayudas directas por superficie) corresponden a la campaña 2006-2007 por ser éstos los últimos disponibles en los cuales la *Reforma Intermedia* de la PAC es el escenario de política agraria que define las ayudas al sector.

5. En este sentido conviene señalar que dadas las circunstancias internacionales de los últimos años en relación a la volatilidad del precio de las materias primas que afecta de forma directa al precio de venta de los productos agrarios y a los costes variables de producción, apuntar que para la correcta simulación de este escenario, así como para el caso del escenario PNFR, se han modificado los coeficientes técnicos relativos a precios (p_i) y costes variables (c_i). Así se han utilizado los valores medios para estos dos parámetros de los años 2006-2009. Por otro lado los rendimientos de los cultivos, han sido igualmente modificados en relación al *Escenario base*, utilizando los valores medio para el periodo temporal de los años 2001-2009.

El modelo de PMP utilizado para la simulación del *Escenario CM* difiere del modelo presentado en la ecuación [2], en la supresión en la función objetivo de las ayudas directas (ver ecuación [3a]) dada la eliminación total de estas ayudas en este escenario de PAC. La restricción [3b] limita la superficie de cultivo a la superficie total realmente disponible en la comarca a cultivos de secano (*SUP*). La restricción [3c] establece la inclusión de barbecho en la rotación de cultivos. *PU* se refiere a la ayuda desacoplada por hectárea que depende de la superficie por la que se percibieron ayudas en el período de referencia.

4.2.2. Modelo de simulación para el Escenario PNFR

Al objeto de simular el comportamiento productivo de los agricultores bajo el *Escenario PNFR*, se ha construido el modelo que se presenta a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Max } MBT = \sum_i [p_i \cdot (\beta_i - \delta_i \cdot x_i) - c_i + \\ + sp_{i,plan}] \cdot x_i + PU \end{aligned} \quad [4a]$$

Sujeto a:

$$\text{Restricción superficie total de secano de la comarca: } \sum_i x_i \leq SUP \quad [4b]$$

Restricción rotación barbecho:

$$\sum_i x_{rot} \leq x_{barbecho} \quad [4c]$$

Restricciones de acogida al PNFR

Restricción superficie mínima de barbecho:

$$x_{barbecho} \geq PS \cdot \sum_i x_i \quad [4d]$$

Restricción para el pago de explotación:

$$\sum_i x_{cultivos\ elegibles} \leq 0,20 \cdot (\sum_i x_i - x_{barbecho}) \quad [4e]$$

Restricción para el Complemento 1:

$$\sum_i x_{cultivos\ elegibles} \leq 0,25 \cdot (\sum_i x_i - x_{barbecho}) \quad [4f]$$

Restricción para el Complemento 2:

$$\sum_i x_{leguminosas} \leq 0,25 \cdot (\sum_i x_i - x_{barbecho}) \quad [4g]$$

Restricción de no negatividad: $x_i \geq 0 \forall i$ [4h]

La ecuación [4a] representa la función objetivo, que se ajusta a la expresión [2], explicada con anterioridad, si bien se ha incluido la prima contemplada en el PNFR (*sp*), que se recibiría para aquellos cultivos elegibles que son susceptibles de percibir dicha ayuda (*icplan*). En este sentido cabe apuntar que *sp_{i,plan}* tomará valores de 60, 80 y 100 €/ha en función del mayor compromiso en la sustitución de cultivos contemplados en el PNFR. Por su parte la expresión [4c], representa la obligatoriedad contemplada en el PNFR de destinar un porcentaje de la superficie (*PS* –este porcentaje tal y como se especifica en el epígrafe *Las claves del Programa Nacional de Fomento de Rotaciones* varía en función de los rendimientos comarcales establecidos en el PNFR–) a tierras de cultivo barbecho.

Las ecuaciones [4e], [4f] y [4g] representan las restricciones ligadas a la obligación de destinar un determinado porcentaje de la superficie cultivada a los cultivos elegibles en función de la ayuda y del complemento que se solicite. Para esta simulación no se ha incluido la superficie de barbecho en la superficie elegible, tal y como se venía haciendo antes de la modificación del Real Decreto 66/2010 que regula el programa en la que se incluye el barbecho en la superficie elegible.

El valor dual de las restricciones recogidas en las ecuaciones [4e], [4f] y [4g] permite saber cuál debiera ser la prima por hectárea a partir de la cual los agricultores estarían dispuestos a dedicar una unidad más de su superficie disponible para acogerse a la *Ayuda Base, Complemento 1 y Complemento 2*. Este precio sombra de la superficie es un claro indicador de la mayor o menor disposición de los agricultores a acogerse al PNFR.

Dada la naturaleza del análisis que se pretende realizar en esta investigación y que hace referencia a un conjunto representativo de comarcas agrarias existentes en Castilla y León, éstas van a ser las unidades básicas de análisis a considerar para la construcción de los correspondientes modelos de simulación. Así pues, se ha construido un modelo individualizado para cada una de las comarcas caso de estudio, al objeto de poder simular de forma independiente los efectos del PNFR en cada comarca. La escala de trabajo ha determinado la consideración de los siguientes supuestos por motivos pragmáticos: a) todas las explotaciones de la comarca se acogerían al plan y la ayuda percibida sería la máxima, es decir, no se considera ninguna limitación presupuestaria y el agricultor podrá recibir el montante global de la ayuda teórica y b) no

se tendrá en cuenta la restricción de un máximo de 100 hectáreas por explotación con derecho a la ayuda.

4.3. Valoración de la sostenibilidad

Para poder alcanzar el segundo objetivo planteado en este trabajo, es necesario seleccionar un conjunto de indicadores que permitan cuantificar el desempeño multidimensional de los sistemas agrarios caso de estudio desde un punto de vista holístico (económico, social y ambiental). Con este propósito se ha seleccionado una batería de indicadores recogidos en la Tabla 3. La selección y cálculo de los indicadores para evaluar la sostenibilidad agraria se ha fundamentado en la metodología elaborada por la OCDE (2001).

Tabla 3. Indicadores de sostenibilidad seleccionados
Table 3. Selected sustainability indicators

Área de análisis	Indicadores	Unidad de medida
<i>Económico</i>	Margen bruto total (MBT)	€/ha
<i>Social</i>	Empleo agrario (EMPLT)	horas/ha
<i>Ambiental</i>	Cobertura del suelo (COBSUEL)	%
	Uso de abonos nitrogenados (USON)	kg N/ha
	Riesgo de pesticidas (RIESPEST)	kg/ha

A continuación se explica de forma sintética la interpretación de cada uno de los indicadores utilizados para valorar la sostenibilidad de las explotaciones:

- *Margen bruto total*. Es la diferencia entre los ingresos (ventas y subvenciones, tanto acopladas como desacopladas incluidas en el PU) y los costes variables totales de la explotación. El margen bruto así obtenido puede considerarse un estimador válido de la rentabilidad privada de la actividad agraria.
- *Empleo agrario*. El indicador *EMPLT* cuantifica la demanda de mano de obra por parte de la actividad agraria. Así puede considerarse este indicador como un *proxy* del rol social desempeñado por la actividad agraria, que permite la cuantificación de la contribución del sector al desarrollo rural y al equilibrio territorial.
- *Cobertura del suelo*. Este indicador representa el porcentaje de días al año durante los cuales la vegetación cubre el suelo. Así,

este indicador puede considerarse como un *proxy* del riesgo de erosión del suelo.

- *Uso de abonos nitrogenados*. La cantidad de abonos nitrogenados utilizados para la fertilización permite medir la presión cuantitativa-cualitativa ejercida por la actividad agraria sobre las masas de agua.
- *Riesgo de pesticidas*. Este indicador se cuantifica estimando la mortandad de organismos vivos por la acción de las materias activas presentes en los productos fitosanitarios aplicados. En este sentido, este indicador proporciona información sobre la toxicidad liberada al ambiente por el uso de estos agroquímicos.

Estos indicadores socioeconómicos y ambientales han sido utilizados previamente para evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrarios castellano leoneses por Gallego-Ayala y Gómez-Limón (2011) y Gómez-Limón y Sanchez-Fernandez (2010) entre otros.

4.4. Fuentes de información para la alimentación de los modelos e indicadores

La información necesaria para la alimentación de los modelos de simulación, así como para el cálculo de los indicadores socioeconómicos y ambientales se ha recopilado a partir de fuentes secundarias oficiales. Más concretamente se han consultado fuentes bibliográficas de tipo técnico y estadístico para recopilar datos sobre rendimientos de cultivos y subvenciones percibidas (Anuarios Agroalimentarios de Castilla y León (CAG) varios años), precios de los productos agrarios (MAPA, varios años), características de los itinerarios productivos (MARM, varios años), superficies anuales de cultivos a nivel municipal y comarcal para la campaña 2006-2007 (MAPA, 2007- Hojas 1T) y la toxicidad de las materias activas presentes en los fitosanitarios (Gómez de Barreda *et al.*, 1998).

5. Resultados

5.1. Análisis de los efectos del Plan Nacional de Fomento de Rotaciones

Este epígrafe se destina a la exposición sintética de los resultados alcanzados a través de la resolución de los modelos de programación matemática, para cada uno de los escenarios de apoyo al sector agrario analizados en este trabajo, donde se enmarcan los diferentes niveles de ayudas contemplados en el PNFR. En este primer análisis se ha tomado como escenario de referencia el *Escenario base* (MTR) pues ha sido utilizado para calibrar los modelos de simulación. Sobre esta base se ha resuelto el modelo para el caso del desacoplamiento total de las ayudas que es la base de funcionamiento del *Escenario CM* y para *Ayuda Base, Complemento 1* y *Complemento 2* que implican la acogida al PNFR. En la Tabla 4 se presenta tanto la distribución de la superficie de la comarca por cultivos, el porcentaje de superficie destinada a los cultivos considerados en el plan (denominados cultivos elegibles) y la prima teórica que tendría que recibir un productor de la comarca para dedicar una unidad más de la superficie elegible a los cultivos que verifican los requisitos que se exigen para percibir cada complemento.

Los resultados muestran la importancia que tiene la orientación productiva de la comarca en el año base (2006), en la medida que ésta condiciona la mayor o menor disposición a introducir los cultivos promovidos por el PNFR. La calibración de los modelos a través de la PMP permite acercar la simulación a la realidad de la comarca, por el peso que tiene en la elección del cultivo la mayor implantación de estos en la comarca. Así, en aquellas comarcas en las que los cultivos elegibles tenían una mayor importancia relativa en el año base, se puede apreciar la mayor tendencia de estos cultivos a

Tabla 4. Planes de cultivo en los diferentes escenarios analizados
 Table 4. Crop-mixes for the different scenarios analyzed

Escenarios PNFR	Plan de cultivos (porcentajes sobre el total de la comarca)									
	Cereales	Leguminosas	Proteaginosas	Oleaginosas	Cultivos forrajeros	Retirada de tierras	Superficie cultivos elegible	Prima (€/ha)		
<i>Comarca de Ávila (Ávila) Rendimiento comarcal 2 t/ha</i>										
Escenario base	69,08	1,50	0,46	0,41	0,07	27,85	2,37	-		
Chequeo Médico	68,94	2,40	0,46	0,52	0,07	27,55	3,45	-		
Ayuda base	63,73	15,80	2,19	1,95	0,08	16,21	20,02	339,59		
Complemento 1	62,16	19,80	2,71	2,39	0,08	12,78	24,98	440,26		
Complemento 2	61,94	24,90	0,21	0,49	0,08	12,30	25,68	570,08		
<i>Comarca Barco de Ávila (Ávila) Rendimiento comarcal 1,8 t/ha</i>										
Escenario base	50,66	2,60	0,28	0,00	2,13	44,33	2,88	-		
Chequeo Médico	47,30	4,00	0,20	0,00	4,08	44,33	8,28	-		
Ayuda base	35,67	9,20	4,73	0,00	6,07	44,33	20,00	54,54		
Complemento 1	31,69	11,70	6,23	0,00	7,05	43,31	24,98	91,08		
Complemento 2	31,67	16,20	0,19	0,00	8,73	43,13	25,12	167,94		
<i>Comarca Valle del Tietar (Ávila) Rendimiento comarcal 1,5 t/ha</i>										
Escenario base	30,82	4,60	2,78	0,00	14,89	46,64	22,27	-		
Chequeo Médico	30,88	4,70	2,78	0,00	14,93	46,64	22,41	-		
Ayuda base	29,29	10,80	4,33	0,00	18,08	37,47	33,21	0,00		
Complemento 1	29,22	12,80	4,85	0,00	19,13	33,96	36,78	0,00		
Complemento 2	29,23	14,80	1,35	0,00	20,18	34,35	36,33	0,00		
<i>Comarca Tierras de León (León) Rendimiento comarcal 1,8 t/ha</i>										
Escenario base	40,16	1,50	2,57	0,11	2,18	53,48	4,18	-		
Chequeo Médico	39,19	9,60	9,97	0,20	0,70	40,25	20,47	-		
Ayuda base	38,85	12,00	12,57	0,23	0,71	35,62	25,51	70,56		
Complemento 1	38,46	24,80	5,58	0,11	0,75	30,29	31,24	96,25		
Complemento 2	40,12	3,50	2,53	0,11	0,79	52,87	6,93	321,66		
<i>Comarca Vitigundino (Salamanca) Rendimiento comarcal 1,2 t/ha</i>										
Escenario base	32,26	2,40	0,78	0,00	3,44	61,22	3,18	-		
Chequeo Médico	32,26	7,20	0,78	0,00	3,88	59,62	11,86	-		
Ayuda base	32,24	16,50	3,44	0,00	5,06	47,72	25,00	92,84		
Complemento 1	32,23	20,40	4,55	0,00	5,56	42,73	30,51	136,98		
Complemento 2	32,23	25,00	0,00	0,00	6,14	42,73	31,14	192,03		

Tabla 4. Planes de cultivo en los diferentes escenarios analizados
 Table 4. Crop-mixes for the different scenarios analyzed

Escenarios PNFR	Plan de cultivos (porcentajes sobre el total de la comarca)									
	Cereales	Leguminosas	Proteaginosas	Oleaginosas	Cultivos forrajeros	Retirada de tierras	Superficie cultivos elegible	Prima (€/ha)		
<i>Comarca Ciudad Rodrigo (Salamanca) Rendimiento comarcal 1,5 t/ha</i>										
Escenario base	40,61	0,90	1,31	0,00	0,95	56,24	2,21	-		
Chequeo Médico	40,61	1,90	1,30	0,00	1,05	56,11	4,25	-		
Ayuda base	40,44	9,10	10,80	0,00	1,83	39,54	21,73	341,67		
Complemento 1	40,39	11,30	13,64	0,00	2,07	34,59	27,01	441,68		
Complemento 2	40,38	24,90	0,22	0,00	3,55	34,37	28,67	1.177,04		
<i>Comarca Aliste (Zamora) Rendimiento comarcal 1,8 t/ha</i>										
Escenario base	44,11	0,40	0,25	0,00	0,39	54,85	0,65	-		
Chequeo Médico	44,06	0,70	0,25	0,00	0,37	54,85	1,32	-		
Ayuda base	34,62	11,80	8,10	0,00	1,13	45,33	21,03	1.760,65		
Complemento 1	34,28	14,80	10,17	0,00	1,33	40,67	26,30	2.221,08		
Complemento 2	34,28	24,90	0,00	0,00	2,03	40,66	26,93	3.867,88		
<i>Comarca Campos (Palencia) Rendimiento comarcal 2,5 t/ha</i>										
Escenario base	68,39	1,40	7,25	3,62	5,98	12,85	12,27	-		
Chequeo Médico	67,96	6,30	7,20	3,59	7,58	9,69	24,67	-		
Ayuda base	67,16	10,50	8,93	4,25	7,80	3,87	31,48	0,00		
Complemento 1	66,90	11,90	9,50	4,47	7,87	1,93	33,74	0,00		
Complemento 2	61,92	22,90	5,64	3,32	8,53	0,90	40,39	147,06		
<i>Comarca Tierra de Campos (Valladolid) Rendimiento comarcal 2,5 t/ha</i>										
Escenario base	58,65	1,80	5,02	8,49	7,91	18,13	15,31	-		
Chequeo Médico	58,21	5,80	4,96	8,40	10,29	14,59	29,45	-		
Ayuda base	57,28	8,80	7,43	11,36	10,52	7,13	38,11	0,00		
Complemento 1	56,97	9,80	8,25	12,34	10,59	4,65	40,98	0,00		
Complemento 2	56,58	22,40	2,83	8,15	12,31	1,47	45,69	219,71		
<i>Comarca Campos-Pan (Zamora) Rendimiento comarcal 2,2 t/ha</i>										
Escenario base	48,33	0,70	1,06	1,35	5,82	42,74	3,11	-		
Chequeo Médico	47,71	1,90	1,04	1,35	6,91	42,28	11,20	-		
Ayuda base	39,48	6,20	7,89	4,22	8,32	36,01	26,63	454,1		
Complemento 1	36,79	7,60	10,02	5,11	8,97	33,95	31,70	594,99		
Complemento 2	35,35	21,40	0,22	1,31	14,35	32,86	37,28	2.193,81		

formar parte de forma más significativa en la rotación, superando la superficie mínima establecida para percibir el complemento. Esta situación se pone de manifiesto en comarcas como Valle del Tietar en la que la veza forrajera tiene una gran presencia. Un análisis más detallado de estos resultados a través del cálculo de la prima teórica corrobora de forma clara esta situación, en la medida que en esta comarca el agricultor con la prima establecida por el PNFR estaría dispuesto a cumplir los requisitos (prima teórica cero). Por el contrario, podemos apreciar como en el resto de las comarcas incluidas en el Plan, la prima por la que estarían dispuestos a introducir los nuevos cultivos es mayor que la prima que establece el Plan, especialmente para el *Complemento 2*. Como caso extremo de esta situación estaría la comarca de Aliste de orientación claramente ganadera y con casi nula presencia de estos cultivos. Así, el modelo estima una prima de 3.867 €/ha por dedicar un 25% de la superficie a las leguminosas. De hecho el agricultor tras acogerse al Plan obtiene incluso resultados negativos, dada la marginalidad de los cultivos elegibles aptos para la comarca. Obviamente la realidad agraria hace pensar que estas altas primas que calcula el modelo son un incentivo claro para acogerse al Plan. Sin embargo, las limitaciones de la PMP debidas al peso de la calibración en los resultados del modelo provocan que los cambios de cultivos sean excesivamente bruscos en términos relativos respecto al escenario de calibración y se establezcan así primas sobredimensionadas y ciertamente alejadas de la realidad.

Teniendo en consideración los resultados alcanzados para las nuevas rotaciones de cultivo, se puede apreciar que la nueva superficie destinada a los cultivos contemplados en el Plan deriva en su mayor parte de la sustitución de parte del barbecho por estos cultivos, manteniendo estable la su-

perficie de cereales, si bien en las comarcas donde la presencia de leguminosas, oleaginosas y proteaginosas es muy pequeña en el año base (caso de Aliste con un 0,65%) se produce igualmente una reducción de la superficie de cereal para alcanzar los mínimos exigidos por el Plan. En las comarcas acogidas al Plan existe una necesidad de mantener la práctica del barbecho tradicional para así poder obtener unos rendimientos aceptables; además hay que considerar el efecto de la obligatoriedad de destinar una superficie mínima de barbecho en función del rendimiento comarcal.

Centrando el análisis en las comarcas que no están incluidas en el Plan, cabe señalar que se observan comportamientos dispares entre ellas. Así las comarcas de Campos (Palencia) y Tierra de Campos (Valladolid) muestran una buena disposición a cumplir con los requisitos para *la Ayuda base* y el *Complemento 1*, siendo la prima teórica de 0 €/ha, mientras que su disposición a destinar el 25% de la superficie sólo a leguminosas es menor (primas entre 150 y 200 €/ha). Esto es debido a la importante presencia que tienen las proteaginosas y las oleaginosas en la rotación de cultivos típica observada en esas comarcas; de hecho en estas dos zonas de estudio es la superficie de barbecho la que se dedica a estos nuevos cultivos, llegando a ser casi testimonial la superficie de barbecho para el *Complemento 1 y 2* (entre el 0 y 5%). En estas comarcas este hecho está íntimamente ligado a la falta de obligatoriedad de respetar una superficie mínima de barbecho. Por el contrario, la comarca de Campos-Pan (Zamora) se comporta de forma similar a las comarcas incluidas en el PNFR, presentando altas primas de compensación. De este primer análisis se puede obtener una primera conclusión y es la importancia que tienen los cultivos tradicionales en la zona a la hora de introducir cambios, hecho que, como se ha comentado anteriormente, está exacerbado por la pro-

pia naturaleza de la PMP, y por tanto debería ser considerado con cierta cautela. Los resultados obtenidos muestran además que el desacoplamiento total de las ayudas como consecuencia del Chequeo Médico de la PAC no han supuesto cambios sustanciales en la alternativa de cultivos respecto a la MTR.

En relación a los resultados obtenidos relativos a los indicadores de sostenibilidad analizados (ver Tabla 5), cabe decir que en este caso se ha tomado como referencia el *Escenario CM* (base 100) ya que éste representa la situación alternativa en la actualidad a la introducción del PNFR.

Tabla 5. Variación porcentual de los indicadores socioeconómicos y ambientales en cada escenario
Table 5. Percentage variation of the socio-economic and environmental indicators for each scenario

Escenarios PNFR	Indicadores				
	MBT	EMPLT	COBSUEL	USON	RIESPEST
<i>Comarca de Ávila (Ávila)</i>					
<i>Chequeo Médico</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Ayuda base</i>	91,97	100,40	115,56	93,24	100,30
<i>Complemento 1</i>	85,70	100,53	120,00	91,20	100,40
<i>Complemento 2</i>	79,90	99,47	122,22	90,86	96,54
<i>Comarca Barco de Ávila (Ávila)</i>					
<i>Chequeo Médico</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Ayuda base</i>	104,12	94,51	100,00	73,45	71,16
<i>Complemento 1</i>	103,39	92,95	102,94	64,55	61,78
<i>Complemento 2</i>	101,14	91,38	102,94	65,25	58,49
<i>Comarca Valle del Tietar (Ávila)</i>					
<i>Chequeo Médico</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Ayuda base</i>	114,26	103,13	118,75	95,62	100,06
<i>Complemento 1</i>	112,23	104,61	125,00	96,33	103,45
<i>Complemento 2</i>	113,42	103,46	125,00	97,29	98,54
<i>Comarca Tierras de León (León)</i>					
<i>Chequeo Médico</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Ayuda base</i>	100,14	101,60	108,11	99,28	102,18
<i>Complemento 1</i>	91,26	101,12	118,92	99,10	105,11
<i>Complemento 2</i>	100,05	95,99	78,38	102,31	94,26
<i>Comarca Vitigundino (Salamanca)</i>					
<i>Chequeo Médico</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Ayuda base</i>	103,66	105,12	132,00	100,82	114,85
<i>Complemento 1</i>	101,12	107,13	144,00	101,20	121,06
<i>Complemento 2</i>	99,29	105,30	144,00	101,64	116,76

Tabla 5. Variación porcentual de los indicadores socioeconómicos y ambientales en cada escenario
 Table 5. Percentage variation of the socio-economic and environmental indicators for each scenario

Escenarios PNFR	Indicadores				
	MBT	EMPLT	COBSUEL	USON	RIESPEST
<i>Comarca Ciudad Rodrigo (Salamanca)</i>					
<i>Chequeo Médico</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Ayuda base</i>	89,66	108,70	137,04	100,06	116,98
<i>Complemento 1</i>	81,72	111,26	148,15	100,09	122,05
<i>Complemento 2</i>	39,03	106,48	151,85	100,92	113,58
<i>Comarca Aliste (Zamora)</i>					
<i>Chequeo Médico</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Ayuda base</i>	26,89	99,00	121,43	82,57	103,48
<i>Complemento 1</i>	-16,66	101,00	132,14	81,94	107,90
<i>Complemento 2</i>	-107,82	96,82	135,71	82,30	101,73
<i>Comarca Campos (Palencia)</i>					
<i>Chequeo Médico</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Ayuda base</i>	105,16	101,29	107,02	98,96	101,67
<i>Complemento 1</i>	103,97	101,75	108,77	98,61	102,23
<i>Complemento 2</i>	99,99	98,13	110,53	91,33	94,86
<i>Comarca Tierra de Campos (Valladolid)</i>					
<i>Chequeo Médico</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Ayuda base</i>	107,17	102,28	107,41	98,89	104,91
<i>Complemento 1</i>	105,61	103,00	109,26	98,54	106,55
<i>Complemento 2</i>	98,19	102,04	116,67	97,87	100,94
<i>Comarca Campos-Pan (Zamora)</i>					
<i>Chequeo Médico</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<i>Ayuda base</i>	94,21	100,29	110,81	83,70	98,35
<i>Complemento 1</i>	84,71	100,57	113,51	78,36	98,03
<i>Complemento 2</i>	25,11	100,00	121,62	76,14	90,06

El efecto del PNFR sobre el indicador *MBT* que representa la rentabilidad por unidad de superficie en €/ha se aprecian resultados dispares. Así en las comarcas de El Barco de Ávila, Tierras de León y Vitigundino este indicador mejora ligeramente (2-3%), mien-

tras que lo hace de forma significativa en la comarca de Valle del Tietar (14%). Por el contrario las comarcas más ganaderas como Ávila, Ciudad Rodrigo y especialmente Aliste, la opción del Plan no resulta rentable, representado pérdidas importantes, espe-

cialmente para el *Complemento 2*. En este punto conviene señalar que la prima establecida en el Plan tiene como objetivo compensar los sobrecostes que implica el cambio de cultivos o la roturación del barbecho, por lo que se puede considerar que el mantenimiento del *MBT* actual encajaría en los objetivos del Plan. Este heterogéneo comportamiento del indicador *MBT* en función de la comarca depende de la mayor o menor rentabilidad de los cultivos elegibles aptos para ser cultivados. Así en las zonas donde cultivos como los yeros o la veza grano son más apropiados, la mejora en la rentabilidad es menor. En las comarcas no acogidas al PNFR el *Complemento 2* también deja de ser atractivo pues empeora este indicador. Así se puede apreciar la íntima relación que existe entre este indicador y la prima que calcula el modelo. Lógicamente cuanto mayor es la mejora del indicador más pequeña es la prima teórica. De nuevo en este punto conviene matizar los resultados y las conclusiones extraídas de éstos, al considerar las limitaciones ya apuntadas anteriormente referidas a la PMP que establece grandes rigideces en la introducción de nuevos cambios a corto plazo en las rotaciones de cultivos (re-orientación productiva).

Por otro lado, la puesta en marcha del PNFR tendrá un efecto social casi neutro, dado que no existen diferencias significativas en la demanda de empleo (indicador *EMPLT*) entre los cultivos considerados. Paradójicamente es en las comarcas más ganaderas donde se observa una mayor mejora del indicador *EMPLT* (de hasta el 11% para el *Complemento 1* en Ciudad Rodrigo). Ello es una muestra de la marginalidad de estas comarcas y de la importancia del barbecho en la situación actual.

Desde un punto de vista ambiental, las ayudas contempladas en el PNFR tendrían un efecto positivo sobre el indicador *COBSUEL* (cobertura del suelo), lo que supondría una

disminución del riesgo de erosión eólica e hídrica. La mejora en este indicador es mayor a medida que la superficie dedicada al barbecho es sustituida de forma progresiva por los cultivos elegibles contemplados en el Plan. Por otro lado, el PNFR generaría disminuciones importantes en el uso de abonos nitrogenados (indicador *USON*), especialmente en aquellas comarcas en las que el Plan tiene mejor acogida y se sustituye más superficie de cereales. Por último, en cuanto al riesgo de pesticidas, cabe apuntar que esta ayuda generaría un aumento de la liberación de fitosanitarios al ambiente (indicador *RIESPEST*), salvo en aquellas comarcas en las que disminuye la superficie destinada a cereales por cultivos elegibles y se mantiene la superficie de barbecho.

En líneas generales se observa como en el caso del *Complemento 2* los indicadores socioeconómicos analizados no mejoran de forma significativa, siendo incluso los valores alcanzados por éstos peores que los obtenidos en el *Escenario Ayuda Base*; igualmente el *Complemento 1* sólo representa una ligera mejora respecto al escenario de *Ayuda Base*. Por ello conviene analizar en detalle y valorar en qué medida es eficaz cada unidad adicional de ayuda que se destina a incrementar en una unidad más la superficie destinada a un cultivo elegible. Por ello, el siguiente epígrafe se destina a valorar desde este punto de vista la eficiencia del Plan.

5.2. Valoración de la eficiencia del PNFR

Como herramienta de apoyo a este análisis y con el objetivo de profundizar en los resultados alcanzados tal y como se ha apuntado anteriormente, se ha optado por evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos previstos, es decir, valorar la eficiencia de cada una de las ayudas consideradas en el Plan. Para ello se propone como indicador de dicha eficiencia la mejora en el objetivo

Tabla 6. Ayuda media por comarca (€/ha)
Table 6. Average support by county (€/ha)

Escenarios	Ávila	Barco de Ávila	Valle del Tietar	Tierras de León	Vitigundino	Ciudad Rodrigo	Aliste	Campos	Tierra de Campos	Campos Pan
<i>Chequeo Médico</i>	124,31	113,40	94,52	112,61	75,63	94,49	113,16	157,50	144,17	144,17
<i>Ayuda base (incremento)</i>	136,27 (+10%)	121,76 (+7%)	114,45 (+21%)	124,46 (+11%)	163,62 (+16%)	103,43 (+13%)	125,1 (+11%)	171,36 (+9%)	160,72 (+11%)	155,16 (+8%)
<i>Complemento 1 (incremento)</i>	144,23 (+16%)	127,74 (+13%)	123,94 (+31%)	134,43 (+15%)	172,22 (+26%)	114,44 (+21%)	133,14 (+18%)	172,5 (+10%)	162,4 (+13%)	157,01 (+9%)
<i>Complemento 2 (incremento)</i>	149,91 (+21%)	127,09 (+14%)	130,85 (+38%)	137,46 (+22%)	176,26 (+33%)	119,61 (+27%)	138,06 (+22%)	171,24 (+9%)	164,2 (+14%)	157,93 (+10%)

considerado respecto a la situación inicial teniendo en cuenta el incremento presupuestario que supone su aplicación respecto a dicha situación de partida. Se trata en definitiva, de ver si el incremento porcentual en el pago medio por unidad de superficie en la comarca supone o no una mejora en la misma proporción de los indicadores económicos, sociales y ambientales considerados en este trabajo. Para ello se considera como situación inicial el *Escenario CM*, en que se parte de una ayuda media por hectárea correspondiente a la ayuda desacoplada. Para cada escenario que componen la ayuda base y los complementos, se calcula la ayuda adicional media por hectárea que será función del porcentaje de superficie acogida a cada uno de los pagos sobre el total de SAU de la comarca.

La Tabla 6 representa el incremento porcentual de la ayuda media por hectárea para cada una de las comarcas. De este cuadro se deduce la importancia de la ayuda acoplada que compone el Plan en aquellas comarcas donde la ayuda desacoplada es pequeña, debido a los bajos rendimientos comarcales asignados a partir del Plan de Regionalización Productiva. Así en la comarca de Valle del Tietar, las ayudas del Plan pueden llegar a representar un 38% o en Vitigundino el 33%. Este importante incremento en las ayudas directas en la comarca debería tener como contrapartida una mejora de los indicadores.

Las Figuras 2 y 3 muestran los valores de la eficiencia, entendida ésta como el cociente entre el incremento porcentual respecto al *Escenario CM* del indicador analizado y el incremento porcentual respecto al mismo escenario de la ayuda media por hectárea en la comarca. En la ecuación [5] se expresa de forma matemática el valor de la eficiencia del *pago por explotación*:

$$E_{je} = \frac{\Delta I_j}{(\Delta S_c x e_j) / x_j} \quad [5]$$

Siendo E_{je} el indicador de la eficiencia de la ayuda del PNFR para la comarca j , ΔI_j la mejora porcentual del indicador de sostenibilidad analizado en la comarca j debido a la ayuda respecto al escenario (e) analizado. El denominador de la ecuación [5] representa el incremento porcentual de la ayuda media adicional por hectárea destinada a la comarca j y que se calcula como el pago por hectárea de cada complemento S_c multiplicado por las hectáreas susceptibles de recibir el complemento x_{jc} , dividido por la SAU de la comarca (X_j). Se considera que la ayuda es eficiente cuando la expresión [5] alcanza valores mayores o iguales a 1. Las Figuras 2 y 3 representa la eficiencia promedio de cada uno de los tramos de ayuda considerados en el PNFR para las comarcas que se encuentran incluidas en el Plan y para las que están fuera del Plan.

Centrando el análisis en el indicador MBT , se observa que para las comarcas incluidas en el Plan la eficiencia de la ayuda es negativa, es decir, incrementos en la ayuda media por hectárea respecto a la ayuda base desacomplada se traducen en una disminución en mayor proporción del MBT (valores mayores que -1). Este incremento negativo es mayor a medida que aumenta la ayuda media por hectárea. Para la media de las comarcas incluidas en el PNFR se puede decir que la ayuda es ineficiente si bien cuando se individualiza por comarcas el análisis, se observan resultados dispares pues los valores de eficiencia mejoran en el Valle de Tietar o el Barco de Avila, pero en ningún caso la eficiencia es mayor que 1. Para el caso de las comarcas fuera del PNFR la eficiencia es pequeña para la *Ayuda base*, siendo muy ineficaz para el *Complemento 2*.

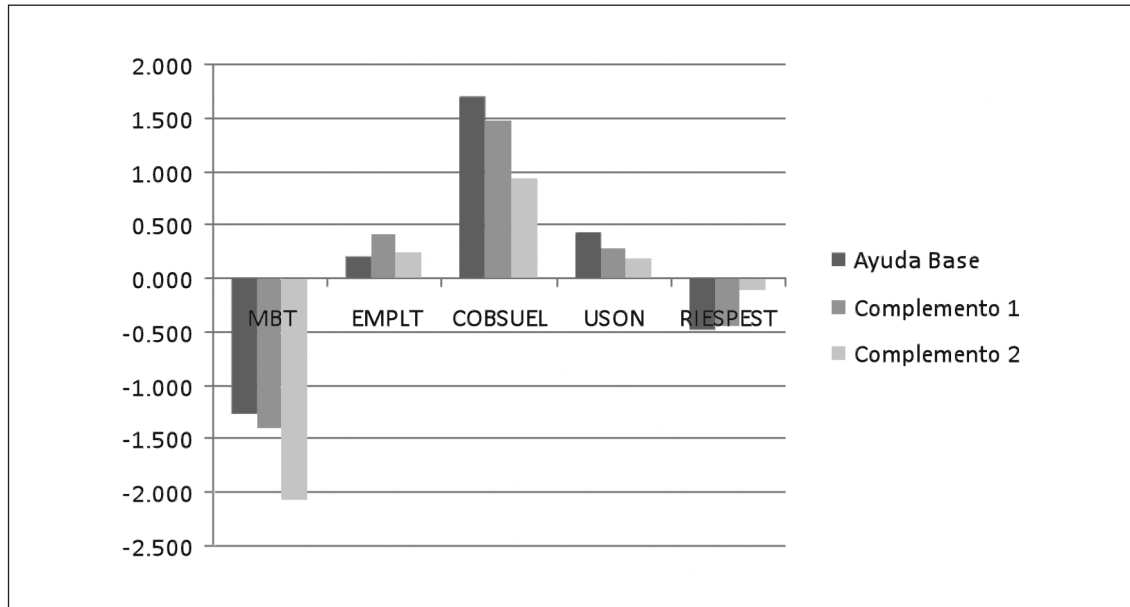


Figura 2. Eficiencia media de las ayudas para las comarcas incluidas en el PNFR.
 Figure 2. Average support efficiency for counties included in the PNFR.

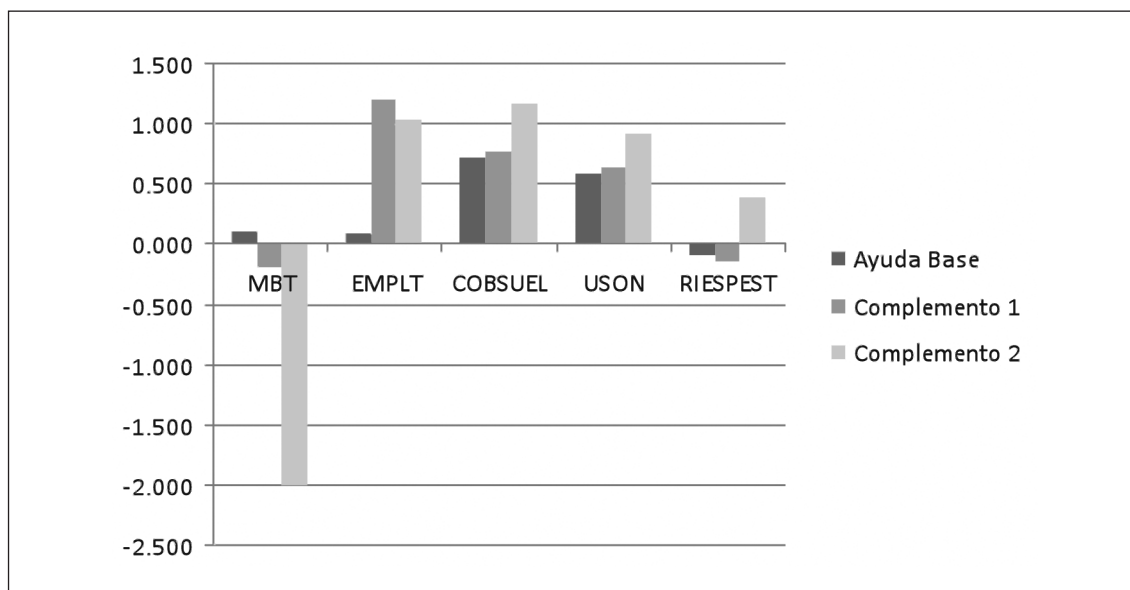


Figura 3. Eficiencia media de las ayudas para las comarcas no incluidas por el PNFR.
 Figure 3. Average support efficiency for counties not included in the PNFR.

Respecto a la valoración del indicador social *EMP* la ayuda genera mejoras, si bien con poca eficiencia en las comarcas incluidas. Por el contrario, las comarcas no incluidas en el PNFR presentan mejores resultados, alcanzando valores de eficiencia mayores que 1 para los *Complementos 1* y *2*. Por último los indicadores de tipo ambiental (indicadores *COBSUEL*, *USON* y *RIESPEST*) muestran resultados favorables independientemente del tipo de comarca a analizar –acogidas o no al Plan–, especialmente en lo que se refiere a *COBSUEL*, dado que se produce una reducción significativa de la superficie destinada al barbecho en las comarcas que no son obligadas a destinar una parte de su superficie al barbecho. En lo concerniente al uso de abonos nitrogenados (indicador *USON*) se puede apreciar como la eficiencia mejora en la medida que el empleo de abonos disminuye, llegando a ser eficiente (valor próximo a 1) para el *Complemento 2* en las comarcas fuera del Plan. Por su parte, el indicador

RIESPEST (riesgo de pesticidas) muestra valores positivos en las comarcas no contempladas por el PNFR dado que la superficie destinada al barbecho disminuye, si bien no puede considerarse que la ayuda sea eficiente. A la luz de los resultados obtenidos, en líneas generales se puede avanzar que el *Complemento 2* presenta unos niveles de eficiencia bajos en las comarcas consideradas en el Plan, por lo que resulta cuestionable su aplicación.

6. Conclusiones

Los secanos marginales españoles sufren en el escenario actual de ayudas totalmente desacopladas un claro riesgo de abandono. El MARM ha dado prioridad a este hecho y ha dotado con 69,6 millones de euros al Plan Nacional para el Fomento de la Rotaciones Tradicionales con el objetivo de frenar este proceso. Los pagos adicionales ligados al

compromiso de mantener las rotaciones tradicionales del secano español ha sido el instrumento elegido para apoyar estos sistemas agrarios, justificando de este modo la ayuda por motivos exclusivamente ambientales, tal y como establece el artículo 68. Se trata en definitiva de una ayuda que anticipa las tendencias del debate de la PAC post 2013, en la medida que las ayudas tienden a ser más selectivas pues se dirige de forma explícita a las explotaciones con una clara aportación a la mejora ambiental. Este trabajo en línea con esta reflexión, trata de valorar si la ayuda tal y como es concebida en el RD 66/2010, alcanza los objetivos que persigue: mantenimiento o mejora de las rentas agrarias justificada en base a la consecución de una mejora ambiental.

Tras la simulación de la ayuda en comarcas de Castilla y León que son objeto del Plan y comarcas de la misma región que quedarían fuera por superar los rendimientos mínimos establecidos, se observa que la mejora de la rentabilidad de la explotación estaría en el límite en aquellas comarcas en las que no existe tradición de estos cultivos elegibles y en los que el barbecho tiene un peso importante en la alternativa por motivos agronómicos. Los mayores costes de producción junto con los bajos rendimientos de los nuevos cultivos que sustituyen al barbecho podrían explicar en parte estos resultados. Sin embargo parece razonable tener presente en esta valoración la influencia de la Programación Matemática Positiva como método de simulación, ya que ésta tal y como esta concebida establece grandes rigideces en los cambios de cultivo, lo que provoca que la prima que calcula para adaptarse al cambio sea excesivamente alta. Este mismo razonamiento justifica que en las comarcas en las que si existe tradición de estos cultivos y están ya implantados, la acogida al Plan es directa y la prima que estarían dispuestos a percibir sería menor que en el caso anterior.

Respecto a las mejoras en el desempeño social y ambiental de los sistemas agrarios tras la aplicación de la ayuda, se puede afirmar que son importantes en buena medida debido a la sustitución del cereal por cultivos menos demandantes en insumos agrarios y la eliminación de barbechos. Si bien se observan importantes diferencias entre comarcas. Aquellas en las que la aceptación es mejor por existir tradición en proteaginosas y leguminosas forrajeras los beneficios son mayores. En estas comarcas se puede afirmar que la ayuda es eficiente si se considera el esfuerzo presupuestario que implica su puesta en marcha. Las comarcas más ganaderas presentan resultados menos alentadores como cabría esperar. El hecho de que la ayuda sea acoplada a la superficie elegible (en la que se excluye el barbecho) hace que en la mayoría de los casos las decisiones se limiten a respetar los mínimos exigidos, lo que indica la falta de rentabilidad de estos cultivos frente a los cereales. No obstante, en la valoración de estos resultados hay que tener muy presentes los supuestos de partida considerados en el modelo de simulación, que presumen que todos los solicitantes reciben el total de la ayuda. De este modo el productor se aísla del riesgo asociado a la incertidumbre relativa la cuantía de la ayuda finalmente percibida y que vendrá definida por el número final de solicitantes.

Por otro lado, a la luz de los resultados obtenidos a través de esta investigación, es posible avanzar conclusiones sobre el diseño de la ayuda. Su aplicación por tramos en función de los compromisos adquiridos no mejora la eficiencia de la ayuda pues en la mayoría de los casos los indicadores empeoran a medida que se incrementa el importe de la ayuda. Así pues, parecería más apropiado simplificar la ayuda a un solo tramo dado que los resultados que se alcanzarían serían similares y la facilidad para su gestión se incrementaría. Por otra parte sería inte-

resante valorar el papel de la ayuda en relación con otras existentes y complementarias como agroambientales o la ayuda a la producción de "leguminosas de calidad", pues podrían incentivar de forma más clara la inclusión de estos cultivos en las rotaciones.

Por último, es importante destacar el hecho de que la concepción de este Programa por parte del Ministerio muestra importantes sinergias con las tendencias que se apuntan en el debate sobre la PAC post 2013, en la línea de concebir las ayudas como un mecanismo para compensar las desventajas competitivas de la agricultura que se desarrolla en zonas más desfavorecidas, promocionando indirectamente un modelo de agricultura sostenible. Para ello es fundamental poder constatar a través de trabajos similares al que aquí se plantea, la potencialidad del instrumento en la mejora real de los indicadores ambientales y en la garantía de lograr un grado de acogida razonable para alcanzar los objetivos que se persiguen.

Agradecimientos

Los autores agradecen sinceramente los comentarios y sugerencias realizadas por los dos revisores anónimos, que han permitido mejorar la calidad científica del manuscrito. Esta investigación ha sido financiada por la Consejería de la Junta de Castilla y León por medio del proyecto FUTURCYL (VA036A08).

Bibliografía

Acs S, Hanley N, Dallimer M, Gaston KJ, Robertson P, Wilson P, Armsworth PR, 2010. The effects of decoupling on marginal agricultural systems: implications for farm incomes, land use and upland ecology. *Land Use Policy* 27: 550-563.

Arfini F, Donati M, Zuppiroli M, 2005. AGRISP: un modelo di simulazione per valutare gli effetti per l'Italia di modifiche delle politiche agricole. En Anania G, (ed.) *La riforma delle politiche agricole dell'UE ed il negoziato WTO*. FrancoAngeli, Milan: 81-128.

Atance I, Barreiro J, 2006. CAP MTR versus environmentally targeted agricultural policy in marginal arable areas: impact analysis combining simulation and survey data. *Agricultural Economics* 34 (3): 303-313.

Balkhausen O, 2007. *Effects of Decoupling Direct Payments on Agricultural Production and Land Use in Individual Member States of the European Union*. PhD Thesis. Göttingen-University, 2007.

Beard N, Swinbank A, 2001. Decoupled Payments to Facilitate CAP Reform. *Food Policy* 26(2): 121-145.

Breen JP, Hennessy TC, Thorne FS, 2005. The effect of decoupling on the decision to produce: An Irish case study. *Food Policy* 30(2): 129-144

CAG (Consejería de Agricultura y Ganadería) (2007). *La agricultura de Castilla y León*. Consejería de Agricultura y Ganadería-Junta de Castilla y León, Valladolid.

CAG (Consejería de Agricultura y Ganadería), varios años. *Anuario Agroalimentario de Castilla y León*. Consejería de Agricultura y Ganadería-Junta de Castilla y León, Valladolid.

Canton J, Cara S, Jayet PA, 2009. Agri-environmental schemes: adverse selection, information structure and delegation. *Ecological Economics* 68: 2114-2121.

Compés R, García Álvarez-Coque JM, 2009. *La reforma de la PAC y la agricultura española: alternativas y oportunidades para España*. Documento de trabajo 40/2009. Fundación Alternativas, Madrid.

European Commission (EC), 2009. *Why do we need a Common Agricultural Policy?* Discussion paper. Direçtorre Geral for Agriculture and Rural Development-European Comision, Bruselas.

European Commission (EC), 2010. *The CAP towards 2020: Meeting the food, natural resour-*

- ces and territorial challenges of the future. Directore Geral for Agriculture and Rural Development-European Comision, Bruselas.
- Gallego-Ayala J, Gómez-Limón JA, 2011. Future scenarios and their implications for irrigated agriculture in the Spanish region of Castilla y León. *New Medit* X(1): 4-16.
- Gohin A, 2006. Assessing CAP Reform: Sensitivity of Modelling Decoupled Policies. *Journal of Agricultural Economics* 57(3): 415-440.
- Gómez de Barreda D, Lidón A, Gómez de Barreda Ferraz D, Gamón A, Sáez A, 1998. Características fisicoquímicas y biológicas que definen el comportamiento en el suelo de los fitosanitarios. SEMH (Sociedad Española de Malherbología)-Ediciones y Promociones Lav, Madrid.
- Gómez-Limón JA, 2006. El regadío: sistema agrario multifuncional. En *Fundación de Estudios Rurales* (ed) Agricultura familiar en España. Fundación de Estudios Rurales, Madrid: 117-127.
- Gómez-Limón JA, Atance I, Rico M, 2007. Percepción pública del problema de la despoblación del medio rural en Castilla y León. *Revista de Estudios sobre Despoblamiento y Desarrollo Rural* 6: 9-60.
- Gómez-Limón JA, Sanchez-Fernandez G, 2010. Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. *Ecological Economics* 69(5): 1062-1075.
- Gómez-Ramos A, 2010. Programas de apoyo derivados del antiguo artículo 69 y el actual artículo 68. En *García Alverez-Coque JM, Gómez-Limón JA*, (eds) El chequeo médico de la PAC. Eumedia-MARM, Madrid: 63-89.
- Howitt RE, 1995. Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics* 77(2): 329-342.
- INE (Instituto Nacional de Estadística), 2001. Censo Agrario de 1999. INE, Madrid.
- INE (Instituto Nacional de Estadística), 2007. Encuesta sobre la Estructura de las Explotaciones Agrícolas año 2005. Instituto Nacional de Estadística. Madrid.
- MAPA (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación), varios años. Anuario de estadística agroalimentaria. MAPA, Madrid.
- MAPA (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación), 2007. Superficies comarcales por cultivos. Hojas 1T. Campaña 2006-2007. MAPA, Madrid.
- MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Rural y Marino), 2010. Aplicación informática SIGMAPA. MARM, Madrid.
- MARM (Ministerios de Medio Ambiente y Rural y Marino), varios años. Análisis de la economía de los sistemas de producción. Resultados técnico-económicos de explotaciones agrícolas de Castilla y León. MARM, Madrid.
- Massot A, 2009. España ante la refundación de la PAC de 2013. Documento de trabajo 35/2009. Real Instituto Elcano, Madrid.
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development), 2001. Environmental indicators for agriculture. Volume 3. Methods and results. OECD, Paris.
- Oñate JJ, Atance I, Bardají I, Lluisa D, 2007. Modelling the effects of alternative CAP policies in Spanish high-nature value cereal-steppe farming systems. *Agricultural Systems* 94: 247-260.
- Paniagua-Mazorra A, 2001. Agri-environmental policy in Spain. The agenda of socio-political developments at the national, regional and local levels. *Journal of Rural Studies* 17: 81-97.
- Real Decreto 66/2010, de 29 de enero, sobre la aplicación en el año 2010 y 2011 de los pagos directos a la agricultura y a la ganadería.
- Reglamento (CE) 73/2009 del Consejo de 19 de enero de 2009 por el que se establecen disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa a los agricultores en el marco de la política agrícola común y se instauran determinados regímenes de ayuda a los agricultores.
- Rude J, 2008. Production effects of the European Union's single farm payment. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 56: 457-471.
- Serra T, Zilberman D, Goodwin BK, Featherstone A. 2006. Effects of decoupling on the mean and variability of output. *European Review of Agricultural Economics* 33: 269-288.

(Aceptado para publicación el 26 de abril de 2011)