

Desarrollo de estrategias para la implantación de contratos ambientales en sistemas silvopastorales

Fernando M. Vicente^a y Diego Azqueta^b

RESUMEN: Este artículo parte del reconocimiento de la importancia del mantenimiento de la ganadería extensiva para la conservación de unos ecosistemas muy valiosos. Esta actividad se caracteriza, sin embargo, por su baja rentabilidad y su fuerte dependencia de las subvenciones de la Política Agraria Común (PAC). Con la ayuda de un Biplot Logístico se caracterizan las explotaciones de la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia. Finalmente, se propone un contrato ambiental vinculado a la importancia que tienen las prácticas de desbroce y el mantenimiento de muros de piedra.

Development strategies to implement environmental contracts in silvopastoral systems

ABSTRACT: This article starts from the recognition of the importance of maintaining extensive livestock farming to conserve very valuable ecosystems. Extensive farming is characterized by low profitability and a strong dependence on Common Agricultural Policy (CAP) subsidies. A Logistic Biplot method was implemented to characterize livestock farms located within the Biosphere Reserve of the ‘Sierra de Béjar’ and ‘Sierra de Francia’. Finally, an environmental contract linked to the performance of clearing practices and the maintenance of stone walls was proposed.

PALABRAS CLAVE / KEYWORDS: Economía ambiental, ganadería extensiva, política agraria, servicios de los ecosistemas / *Agricultural policy, ecosystem services, environmental economics, extensive livestock farming.*

Clasificación JEL / JEL classification: Q50, Q57.

DOI: <https://doi.org/10.7201/earn.2019.02.03>.

^a Dept. de Administración y Economía de la Empresa. Universidad de Salamanca. E-mail: fva@usal.es.

^b Dept. de Economía. Universidad de Alcalá. E-mail: diego.azqueta@uah.es.

Citar como: Vicente, F.M. & Azqueta, D. (2019). “Desarrollo de estrategias para la implantación de contratos ambientales en sistemas silvopastorales”. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 19(2), 49-72. doi: <https://doi.org/10.7201/earn.2019.02.03>.

Dirigir correspondencia a: Fernando María Vicente Amores.

Recibido en abril de 2019. Aceptado en septiembre de 2019.

1. Introducción

Los sistemas silvopastorales generan toda una serie de servicios ambientales y culturales de un indudable valor económico y social (véase, por ejemplo, Rodríguez-Ortega *et al.*, 2014; y para el caso de España: Bernués *et al.*, 2014). Si bien es dudoso que por sí sola la conservación de estos sistemas pueda resolver el problema de la despoblación rural, los servicios ambientales proporcionados constituyen una base que, combinada con las actividades económicas correspondientes, pueden convertirse en un pilar importante en la lucha contra este fenómeno. Los gestores de dichos sistemas, sin embargo, sólo obtienen de los mismos un rendimiento financiero que en muchas ocasiones, y en ausencia de las ayudas de la Política Agraria Común (PAC), ponen en serio peligro su continuidad.

El objetivo de este documento es elaborar una propuesta contractual que pudiera sustituir el actual sistema de subvenciones de la PAC por un modelo vinculado más estrechamente a la realización de prácticas que pueden contribuir directamente a la conservación y mejora del territorio, e identificar los elementos relevantes de dicho modelo. Con este propósito se estructura de la siguiente forma. En la segunda sección, se presenta el caso de estudio: la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia (RBSBF) en la provincia de Salamanca. La tercera sección presenta una propuesta de contratos ambientales adaptados a este caso concreto. Con ayuda del *Biplot Logístico* se identifican cuatro distintos *clusters* territoriales en la zona que permiten adecuar los contratos propuestos a las características de cada una de ellas. A continuación, se estudia la disposición de los ganaderos a aceptar el cambio del actual modelo de subvenciones por un contrato vinculado directamente a unas medidas que, correctamente ejecutadas, pueden generar servicios ecosistémicos. Para ello se realiza una encuesta a una muestra representativa de los ganaderos de la zona. Finalmente, el trabajo concluye recogiendo las principales recomendaciones del ejercicio realizado.

2. Estudio de caso: la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia

La superficie total de pastos permanentes en España es de 8,3 millones de hectáreas, de los que aproximadamente el 50 % son hábitats de interés comunitario incluidos en la Red Natura 2000 (García, 2015). En estos espacios la actividad ganadera se ha convertido en un instrumento imprescindible para conservar los recursos paisajísticos y la biodiversidad, tanto por la influencia directa del ganado como por las prácticas silvícolas (Gibon *et al.*, 1999; Gibon, 2005; Sirami *et al.*, 2008; Fonderflick *et al.*, 2010; Bernués *et al.*, 2011; Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España, 2011; Keenleyside *et al.*, 2014; Rodríguez-Ortega *et al.*, 2018). En consecuencia, el abandono de la actividad pastoral tradicional supone una amenaza de pérdida de estos ecosistemas (Galvanek & Janak, 2008; San Miguel, 2008; Olmeda *et al.*, 2013). Una prueba de su importancia la ofrece el trabajo de García (2015), en el que se estima que los beneficios económicos de la Red Natura en España ascienden a 9.805 millones de euros al año (7,5 veces lo que cuesta mantenerla). Si se incorpora

el valor económico del carbono almacenado y se tienen en cuenta los efectos positivos sobre la regulación del clima, el valor alcanza los 43.661 millones de euros al año (3.200 euros por hectárea al año).

Un ejemplo de lo apuntado lo proporciona la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia (RBSBF), donde la ganadería se desarrolla en amplios territorios incluidos en la Red Natura 2000¹. A la Reserva de la Biosfera pertenecen 87 municipios con una población próxima a 45.000 habitantes; aunque sólo 5 superan los 1.000 habitantes, uno de ellos llega a los 5.000 (Guijuelo) y otro, Béjar, supera los 15.000. La densidad es de 22 hab/km², pero con municipios que escasamente superan los 3 hab/km², de los que más de un tercio supera los 65 años. Las actividades económicas principales relacionadas con el sector primario son la ganadería de bovino, ovino y porcino; la agricultura, donde destacan el cultivo de la vid, el olivo y el cerezo; y la apicultura. En el sector servicios presenta especial auge el relacionado con el turismo. Prueba de ello es la existencia de cerca de 250 casas de turismo rural, 23 hoteles y 10 campings, aunque estos básicamente concentrados en dos núcleos: La Alberca en la Sierra de Francia, y Béjar-Candelario en el extremo más oriental. Como puede comprobarse la ganadería extensiva juega un papel relevante en términos de provisión de productos, paisaje y cultura.

En este espacio, como en otras zonas de España, las explotaciones ganaderas de extensivo se caracterizan por su baja rentabilidad y su fuerte dependencia de las subvenciones de la PAC, cuyo componente principal lo constituyen los pagos directos, muy vinculados a derechos históricos y sin ninguna relación con los servicios ecosistémicos que proporcionan².

El Cuadro 1 resume la información relevante en relación con la rentabilidad de la ganadería extensiva en la zona de estudio y permite afirmar que el rendimiento de estas explotaciones, sin tener en cuenta las subvenciones ni los costes de oportunidad (fundamentalmente tierras en propiedad y trabajo), sería de 10 €/nodriza para las que venden sus terneros al destete, y 129 €/nodriza para las que completan el ciclo. Si se tiene en cuenta que los dos sistemas de producción se distribuyen al 50 % en la RBSBF y que, por término medio, se requieren dos hectáreas de terreno por nodriza, se puede concluir que el rendimiento anual obtenido por un ganadero es de 35 €/ha (sin subvenciones). Los datos que se presentan son coherentes con los que periódicamente publica la Subdirección General de productos Ganaderos a partir de la información obtenida por la Red Nacional de Granjas Típicas.

¹ En concreto, las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de las Sierras de Candelario, Quilamas, Batuecas-Sierra de Francia, y el río Alagón y sus afluentes, así como los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de las Sierras de Candelario, Quilamas, Batuecas-Sierra de Francia, el río Alagón y sus afluentes, el río Tormes y sus afluentes y el valle del río Cuerpo de Hombre. Finalmente, parte del territorio está declarado como Zona de Importancia para la Conservación de la Cigüeña Negra.

² Blanco *et al.* (2011) hacen una reflexión sobre el papel de los pagos directos y su influencia sobre la renta de los agricultores en diferentes escenarios.

MAPA 1

La reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia



Fuente: Elaboración propia.

La Dirección General de Política Agraria Comunitaria de la Junta de Castilla y León proporcionó información sobre las subvenciones obtenidas por los ganaderos analizados agrupadas en dos categorías Pilar I y Pilar II (Vicente, 2013). Como puede apreciarse en el Cuadro 2, el importe medio de las subvenciones percibidas por los ganaderos de la muestra es de 20.174 por beneficiario (201 €/ha). En el caso de la RBSBF existen diferenciadas dos grandes áreas: dehesa y montaña. La dehesa percibe un pago por hectárea superior al de la montaña (214 €/ha frente a 190 €/ha), además al ser las explotaciones de la primera de mayor dimensión, el resultado es que el pago medio por beneficiario es de 23.873 € en la dehesa y 15.956 € en la montaña.

CUADRO 1
Rendimiento por unidad de producción en euros (sin subvenciones)

Conceptos por unidad de producción (vaca)	Cría+cebo	Cría
Valor por unidad de producción	855	495
Costes alimentación vaca	225	225
Costes alimentación ternero	293	52
Arrendamientos	86	86
Gastos veterinarios	12	12
Medios de transporte	30	30
Amortización del ganado	48	48
Amortización capital	32	32
<i>Rendimiento neto por nodriza (sin subvención)</i>	129	10

Fuente: Vicente (2013)*.

* Esta información se obtuvo de la recabada de los titulares de las explotaciones de extensivo a partir de preguntas sobre consumo de forraje y pienso compuesto, consumo de gasóleo, mano de obra empleada, tiempo dedicado a la explotación etc. El objetivo era estimar las principales fuentes de costes, y poder compararlas con los resultados de la Red Nacional de Granjas Típicas, que presenta la cuenta de resultados y la cuenta de explotación de 9 explotaciones cuyos resultados se toman como referencia para la elaboración de comparativas internacionales.

CUADRO 2
Subvenciones percibidas por los ganaderos encuestados (euros)

	RBSBF	Dehesa	Montaña	
I Pilar	€/beneficiario	18.245	21.946	13.849
	€/hectárea	182	197	165
II Pilar	€/beneficiario	1.928	1.927	2.107
	€/hectárea	19	17	25
Total	€/beneficiario	20.174	23.873	15.956
	€/hectárea	201	214	190

Fuente: Vicente (2013).

3. Una posible solución: el contrato ambiental

Una posibilidad ciertamente interesante para mantener este tipo de sistemas silvo-pastoriles, asociada a los servicios ambientales prestados, la constituyen los contratos ambientales. El contrato ambiental aquí contemplado es un acuerdo entre el titular de una explotación ganadera que se compromete a desempeñar una actividad productiva generadora de externalidades positivas y una entidad que se obliga a compensarle por ella prestándole, además, apoyo en caso necesario³. Se trata de incorporar en el contrato las posibles actuaciones que está dispuesto a llevar a cabo el agricultor o ganadero y estimar el pago que le correspondería por todas ellas conjuntamente. Para evitar que se convierta en una subvención uniforme, desconectada de los costes soportados y de los beneficios generados, se requiere un diagnóstico específico inicial de la explotación que se va a acoger al contrato.

Desde un punto de vista teórico, a la hora de fijar sus términos se puede optar entre varias alternativas:

- Pago por actividades (*payment by actions*). En este caso se concreta el objeto en un conjunto de actividades, que tienen consecuencias ecológicas positivas, a cambio de una compensación económica (Hanley *et al.*, 1999). Generalmente coinciden con prácticas que han sido habituales en el pasado y hacia las que no existe rechazo por parte de los agricultores, son fáciles de administrar y han gozado de buena aceptación porque no suponen importantes cambios en las prácticas exigidas, ni requieren el empleo de indicadores complejos (Hodge, 2000). Las actuales medidas Agroambiente y Clima del segundo Pilar de la PAC, por ejemplo, pertenecen a este grupo (Reglamento UE nº 1305/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo). No obstante, se observan algunas limitaciones: establecen un pago uniforme para todos los firmantes, y no tienen en cuenta las diferencias potenciales para generar servicios ambientales, ni los costes que deben asumir los firmantes (Hanley *et al.*, 2012).
- Pago por resultado (*payment by results*). Alternativamente puede plantearse que el objeto sean unos resultados esperados en término de, por ejemplo, conservación de la biodiversidad, conservación de especies emblemáticas, mejora de la calidad del agua o del aire, etc. (Matzdorf *et al.*, 2008; Matzdorf & Lorenz, 2010; Burton & Schwarz, 2013; Colombo & Rocamora-Montiel, 2018). De este modo, se incentiva a los agricultores y ganaderos a desvelar la información sobre la capacidad potencial de sus tierras y a innovar en la provisión de servicios ambientales; simultáneamente, se limita la necesidad de establecer restricciones regulatorias, a la vez que se aumenta la eficiencia al vincular directamente los pagos a los resultados (Gibbons *et al.*, 2011; Hasund, 2012). No obstante, resulta complejo diseñar indicadores precisos

³ Como puede apreciarse, la idea de contrato ambiental coincide en gran medida con la de pago por servicios ambientales definida por Wunder (2005; pág.1).

y establecer relaciones de causalidad claras entre la actividad del ganadero y los resultados que se quieren compensar, especialmente cuando se producen conjuntamente diferentes bienes y servicios (Reed *et al.*, 2014)⁴.

- Ofertas competitivas para la conservación (*Conservation Auctions*). En este supuesto se puede ofrecer un número limitado de contratos por los que deben pujar los interesados, que formularán su oferta teniendo en cuenta sus propios costes (Uthes & Matzdorf, 2013; Moxey & White, 2014). De este modo, si intentan aumentar sus ganancias declarando unos costes elevados reducen su posibilidad de ganar la subasta (Hanley *et al.*, 2012). Como consecuencia, se reducirán las rentas informativas y aumentará la eficiencia del acuerdo (Latacz-Lohmann & Scilizzi, 2005).
- Contratos específicos para cada territorio (*Spatial Targeting/site-specific direct payment*). Estos contratos exigen identificar el conjunto de medidas adecuadas para cada lugar y fijar pagos diferenciados para cada una de ellas, en función de los costes que se deben asumir para prestar los servicios deseados (Wünscher *et al.*, 2008; Uthes *et al.*, 2010). Esta adaptación geográfica es un instrumento eficaz para dar prioridad a las zonas en las que se corre peligro de abandono de una actividad que es necesario mantener.

4. Diseño de un contrato agroambiental para el caso de la RBSBF

El desarrollo operativo de una propuesta de contrato agroambiental para los ganaderos de la zona requería obtener la información relevante sobre las características de las explotaciones afectadas y de sus propietarios, así como sobre su disposición a firmar dichos acuerdos.

Recabar esta información implicó cuatro pasos. En primer lugar, se elaboró un cuestionario. La redacción del mismo se llevó a cabo por parte de un grupo de técnicos con un buen nivel de formación y conocimiento de la ganadería de la zona. El cuestionario constaba de tres bloques: a) características del titular; b) características de las explotaciones; y c) propuesta para la mejora de servicios ambientales. En este último bloque se incorporaba un conjunto de preguntas dirigido a descubrir la disposición de los ganaderos a firmar un contrato para ejecutar, junto al mantenimiento de la actividad productiva, algunas medidas no productivas previstas en el Plan de Desarrollo Rural de Castilla y León. En concreto tres: mantenimiento de muros de piedra, tareas de desbroce y/o medidas de reforestación. Se proponía pues un contrato del primer tipo de los contemplados más arriba, un pago por actividades, pero intentando superar el problema apuntado de la uniformidad.

Acto seguido, se procedió a la validación del cuestionario. Con este propósito se seleccionaron 24 explotaciones, de las que 12, aun cuando censadas en el territorio

⁴ La Unión Europea ha mostrado mucho interés en este enfoque y ha puesto en marcha una plataforma para recoger experiencias y potenciar experiencias en esta línea. Obtenido de: http://ec.europa.eu/environment/nature/rbaps/index_en.htm.

quedaron excluidas de la muestra cuando se lanzó cuestionario definitivo⁵. También participaron en esta fase otros 12 ganaderos que, aunque no pertenecían a la zona de estudio, tenían parte del ganado dentro del territorio. Se les entregó el cuestionario para que lo leyesen con tranquilidad y, posteriormente, se organizaron dos reuniones de repaso y discusión.

Una vez satisfactoriamente validado, se procedió a su distribución. Al no disponer de una información completamente fiable, tras un proceso de recogida de información en los Ayuntamientos de la zona se pudo estimar una población de 654 ganaderos⁶. Ante la imposibilidad de realizar un muestreo totalmente aleatorio se optó por un muestreo estratificado. Se excluyó una parte del territorio en la que predominaban los cultivos leñosos y donde la ganadería es poco relevante, y se dividió el resto en cinco estratos teniendo en cuenta criterios administrativos y paisajísticos: Tamames, Dehesas del Tormes, Entresieras, Alagón-Sangusín y Sierras de Béjar. Se buscaba con ello conseguir la homogeneidad con relación a las variables estudiadas, y facilitar la distribución de la encuesta. En principio los municipios de cada estrato son sustitutivos, y en la mayoría de los pueblos el número de ganaderos para los que la actividad ganadera no fuera meramente testimonial no llegaba a 10. En tres municipios se superaba ampliamente este número. Con ayuda de los Ayuntamientos, fue posible seleccionar aleatoriamente 10 ganaderos en cada uno de ellos. De esta forma la encuesta se distribuyó en 25 municipios de los 66 que componen la zona ganadera de la RBSBF (ver Mapa 1).

Para garantizar que el cuestionario llegaba a la muestra seleccionada y que se contestara, se plantearon diferentes alternativas. Tras descartar otras posibilidades, se optó por reunir a los ganaderos (en grupos de 8 o 10) a la hora que les conviniese y pasarles el cuestionario individualmente. Previamente, y para garantizar el éxito de la reunión se había iniciado una serie de contactos con agentes con influencia en el territorio: el presidente de Junta Agropecuaria Local de cada municipio, agentes medioambientales, alcaldes, representantes de asociaciones ganaderas, para que informaran del interés por conocer las características de las explotaciones, y su opinión sobre diferentes cuestiones relacionadas con las mismas. Con este fin, se elaboró y distribuyó un tríptico entre la población ganadera, y el día acordado el agente clave en el municipio se encargaba de recordar a todos la reunión.

Se consideró que el mejor momento para pasar el cuestionario eran los meses de final del invierno y principios de la primavera, pues la carga de trabajo era menor y

⁵ Se decidió rechazar estos cuestionarios porque, además de probar la adecuación y calidad de las preguntas planteadas, queríamos recoger sugerencias sobre aspectos formales que lo hicieran más atractivo; al ser un cuestionario muy extenso era necesario conjugar de forma adecuada la tipografía, los espacios,... Como consecuencia de estas reuniones se hicieron mejoras de esta naturaleza, por ello, se consideró oportuno que todas las encuestas que se fueran a incorporar al estudio se presentaran con el mismo formato.

⁶ Es cierto que existen los correspondientes censos, pero ninguno se adaptaba a las necesidades del trabajo por las características de la población objeto de estudio. Como puso de manifiesto el Tribunal de Cuentas Europeo en 2011: “La falta de precisión en la definición de los conceptos de “agricultor”, “actividad agraria” y “explotación agraria” ha hecho que el número de agricultores y de explotaciones se mantenga muy elevado para poder beneficiarse del cobro de los derechos de RPU, aunque realmente no realicen ninguna actividad agraria o lo hagan de forma marginal (apartados 21 y 22)”.

las condiciones climatológicas y de luz dificultan el trabajo en el campo. La prueba piloto se realizó en el mes de febrero y la aplicación definitiva de la encuesta entre el 7 de marzo y el 13 de mayo de 2012.

Se iniciaba la reunión explicando que el objetivo era realizar un trabajo universitario de investigación para conocer las características de las explotaciones ganaderas de la comarca, y su opinión sobre los contratos que se proponían. Cuando se habían resuelto todas las cuestiones de procedimiento se distribuía la encuesta. Para facilitar su correcta cumplimentación también se leía y se proyectaba sobre una pantalla cada pregunta. En las reuniones el encuestador siempre contó con las mismas personas como equipo de apoyo, dos técnicos de la RBSBF, para facilitar el correcto desarrollo del proceso.

El trabajo de campo concluyó con la recogida de 235 cuestionarios. A medida que se recibían los cuestionarios se iban revisando y, cuando se detectaban errores, si el encuestado había puesto su nombre y facilitado un teléfono, se le contactaba para completar la información. La muestra final resultante fue de 209 cuestionarios válidamente contestados⁷.

De esta forma, partiendo de que el colectivo objetivo es de 654 explotaciones, y teniendo en cuenta que la muestra obtenida es de 209, se puede determinar, con un 95 % de confianza, que se puede extrapolar a la población los resultados obtenidos con un error máximo de 5,5 %⁸. Es cierto que, en sentido estricto, no se trata de un muestreo aleatorio, pero es asimilable si asumimos que no existen diferencias de distribución entre los ganaderos de dos municipios. En este sentido, los municipios elegidos son sustituibles⁹.

Con el fin de comprobar que la ponderación de cada estrato en la muestra obtenida era proporcional al peso que el estrato tenía en la población se aplicó la prueba Chi-cuadrado. En esta prueba la hipótesis nula establece que el porcentaje de encuestas recogido de cada estrato (zonas en las que se ha dividido el territorio) no difiere significativamente del peso que cada estrato tiene en el conjunto de la población.

⁷ Se rechazaron 26 cuestionarios por los siguientes motivos: 5 de ellos, correctamente contestados por titulares residentes en el territorio, pero cuya explotación estaba completamente ubicada fuera de la zona de estudio y con una problemática diferente; 18 presentaban lagunas importantes en alguna de las cuestiones y no fue posible establecer contacto con ellos; finalmente, 3 cuestionarios fueron descartados porque quienes los habían contestado, aunque estaban perfectamente identificados, no habían podido contestar parte del cuestionario por haber recaído sobre su explotación unas medidas de garantía sanitaria.

⁸ En un primer momento se consideró que 250 encuestas (valor ligeramente superior al tamaño óptimo de una muestra para estimación de proporciones bajo el supuesto que $p = q = 0,5$ para un margen de error de 5 % y un nivel de confianza del 95 %) era un tamaño de muestra adecuado. Finalmente se alcanzaron 235 cuestionarios y algunos tuvieron que rechazarse. No obstante, es de destacar la importancia del tamaño muestral obtenido (31,9 %).

⁹ Dentro de cada municipio pequeño el objetivo era llegar al 100 % de la población objetivo. En aquellos municipios con un número de ganaderos elevado, la selección se hacía por procedimientos aleatorios. El motivo de seguir este procedimiento no es otro que la dificultad de obtener muestras amplias en un colectivo como el ganadero cuya actividad se desarrolla en un territorio amplio, situación especialmente agravada por la estructura de la propiedad: la explotación ganadera gestiona parcelas muy pequeñas y diseminadas en uno o varios municipios.

Como el p-valor del estadístico es superior al 0,05 no puede rechazarse la hipótesis nula para este nivel de significación¹⁰.

CUADRO 3
Contraste sobre la distribución de la muestra

	Población		Muestra	
	N	n observado	n esperado	Residual
Alagón-Sangusín	111	35	35,4	-0,4
Sª Béjar	157	51	50,3	0,7
Entresieras	76	33	24,3	8,7
D. del Tormes	233	60	74,6	-14,6
Tamames	77	30	24,5	5,5
Total	654	209		
Prueba Chi-cuadrado	Est.7,211; gl 4; p-valor = 0,125			

Fuente: Vicente (2013).

Ahora bien, se consideró conveniente, asimismo, determinar si las características de las explotaciones se encontraban distribuidas de forma homogénea por todo el territorio o si, por el contrario, era posible encontrar patrones diferenciales vinculados a las distintas áreas geográficas, lo que pudiera tener relevancia con respecto al tipo de contrato ofrecido. Se consideró por tanto oportuno acudir a técnicas estadísticas que permiten visualizar sobre el plano a todos los individuos en función de unas características relevantes. De este modo, si los individuos de un área geográfica poseen características muy similares y claramente separadas de los individuos procedentes de otras áreas, se puede inferir que existen elementos relevantes diferenciales y ajustar los modelos contractuales ofrecidos en consecuencia.

En este sentido, dentro de las técnicas de análisis multivariante, los métodos *Biplot* cumplen los requisitos deseados, pues permiten representar simultáneamente, sobre el mismo plano, individuos (puntos) y sus atributos (vectores). Comparando así la distancia de dos individuos en el plano es posible extraer conclusiones sobre su grado de semejanza, y proyectando los puntos sobre cada una de las variables se puede inferir si ese atributo permite caracterizar al individuo y con qué probabilidad (Blasius *et al.*, 2009).

¹⁰ El p-valor 0,125 es el valor empírico obtenido al realizar los cálculos que al ser mayor del 5 % permite rechazar la hipótesis de que existen diferencias entre los porcentajes asignados a cada estrato en la muestra y los reales de la población. Alternativamente, si se calcula la Chi-Cuadrado para una probabilidad del 5 %, el valor crítico establecido en las tablas correspondientes es de 9,4877 que es superior a 7,211, por lo que se llega a la misma conclusión.

El *Biplot Logístico* es, en este sentido, muy adecuado para trabajar con variables dicotómicas: caracteriza a los individuos con el valor 1 para indicar la presencia de la característica analizada, y con 0 su ausencia (Vicente-Villardón *et al.*, 2006; Demey *et al.*, 2008; Gallego-Álvarez & Vicente-Villardón, 2012). Para estimar el *Biplot* caben varias alternativas, en esta ocasión se ha empleado el algoritmo alternado completo¹¹. La información que se quiere analizar con esta técnica está recogida en una matriz de datos binarios, en la que las filas corresponden a los 209 individuos (explotaciones) y las columnas a 12 variables dicotómicas relevantes:

FCTE	El ganadero está dispuesto a firmar un contrato ambiental
ING	La ganadería es la principal fuente de ingresos
OPA	El ganadero pertenece a una organización profesional agraria
I40	El ganadero tiene menos de 40 años
I55	El ganadero tiene menos de 55 años
PORC	La explotación tiene ganado porcino
MONT	La explotación está en territorio de montaña
REF	La explotación tiene parcelas que pueden mejorarse mediante reforestación
MS50	Más del 50 % de las parcelas requieren tareas de mantenimiento de muros
MS75	Más del 75 % de las parcelas requieren tareas de mantenimiento de muros
DS50	Más del 50 % de las parcelas requieren tareas de deesbroce
DS75	Más del 75 % de las parcelas requieren tareas de desbroce

Los atributos seleccionados se refieren en unos casos a características personales de los ganaderos (importancia de los ingresos derivados de la actividad respecto a la renta obtenida, pertenencia o no a una organización profesional agraria, edad); en otros, a las características de la explotación sobre las que se podría incidir incorporando medidas agroambientales previstas en los Planes de Desarrollo Rural (reforestación, mejoras de pastizales mediante tareas de desbroce y mantenimientos de setos vivos y muros), y a la potencial importancia que puede tener en la explotación el sector porcino, que se incluye porque gran parte del territorio pertenece a la Denominación de Origen Jamón de Guijuelo. Una variable especialmente relevante en el análisis es FCTE: la disposición a firmar un contrato agroambiental.

Para interpretar un *Biplot Logístico* se debe tener presente que:

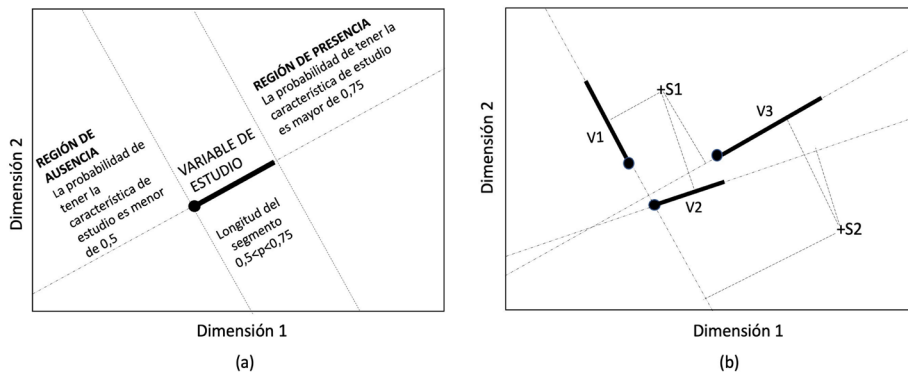
¹¹ El programa informático empleado, que se basa en el código Matlab, puede descargarse en la web: <http://Biplot.usal.es/multBiplot/introduction.html>.

- La bondad de ajuste del modelo se explica por el porcentaje de clasificaciones correctas a nivel global. Si éste es elevado, significa que tanto las ausencias como las presencias se predicen bien en la mayoría de los casos.
- Para conocer la calidad de representación de las variables se utilizan tres indicadores: el *p-valor* de la regresión logística de cada variable con el objetivo de analizar si son significativas; el *R2 de Nagelkerke* para conocer la bondad del ajuste de la relación logística de cada variable; el porcentaje de individuos clasificados correctamente según el modelo. En este último caso se utiliza el valor 0,5 como punto de corte para la probabilidad esperada ($p < 0,5$ es ausente y $p > 0,5$ presente).
- Las variables (características) se representan por segmentos que indican la dirección que toman las distintas variables; en el gráfico, habitualmente, sólo se muestra el tramo que predice las probabilidades 0,5 - 0,75 siendo su longitud inversamente proporcional a la capacidad discriminadora de la variable. Por ello, cada variable permite dividir el diagrama de ordenación en regiones (habitualmente se establecen dos regiones para predecir la presencia o ausencia de una característica del atributo según que la probabilidad sea mayor o menor de 0,5).
- Los individuos se representan con puntos, la distancia entre dos individuos en la representación está relacionada con su semejanza, de modo que si aparecen muy próximos tienen características similares.
- El ángulo formado por dos vectores indica el grado de asociación en las variables que representan: cuando es agudo existe una asociación fuerte entre las mismas. Por otra parte, se puede aproximar la probabilidad de que un individuo tenga la característica descrita por una variable proyectando el punto que lo representa sobre el vector.

En el Gráfico 1 (a) se muestran las regiones de rechazo ($p < 0,5$) y aceptación ($p > 0,5$) para una variable; a su vez, se ha dividido ésta en dos: $0,5 > p < 0,75$ y $p > 0,75$. Por su parte, (b) pretende ser una ayuda para comprender la interpretación. Por ejemplo, se puede apreciar que existe una fuerte asociación entre V2 y V3, pero poca entre éstas con V1; también se puede predecir para S1 la presencia de las características V1 y V2 y la ausencia de la característica V3; finalmente, para S2 se puede predecir la ausencia de la característica V1 y la presencia de las características V3 y V2, en este último caso con una probabilidad superior a 0,75

El Cuadro 4 ofrece información sobre la bondad del ajuste de la matriz de datos, que viene determinada por el porcentaje de individuos correctamente clasificados. En este caso, los dos primeros ejes clasifican correctamente el 88 % de los casos. Así pues, el primer plano es suficiente para explorar las principales características de los individuos. Como la variable REF resulta no significativa y PORC, que resulta significativa, tiene una capacidad explicativa muy baja, no van a aparecer representadas en el *Biplot*.

GRÁFICO 1
Fundamentos para la interpretación del *Biplot Logístico*



Fuente: Elaboración propia.

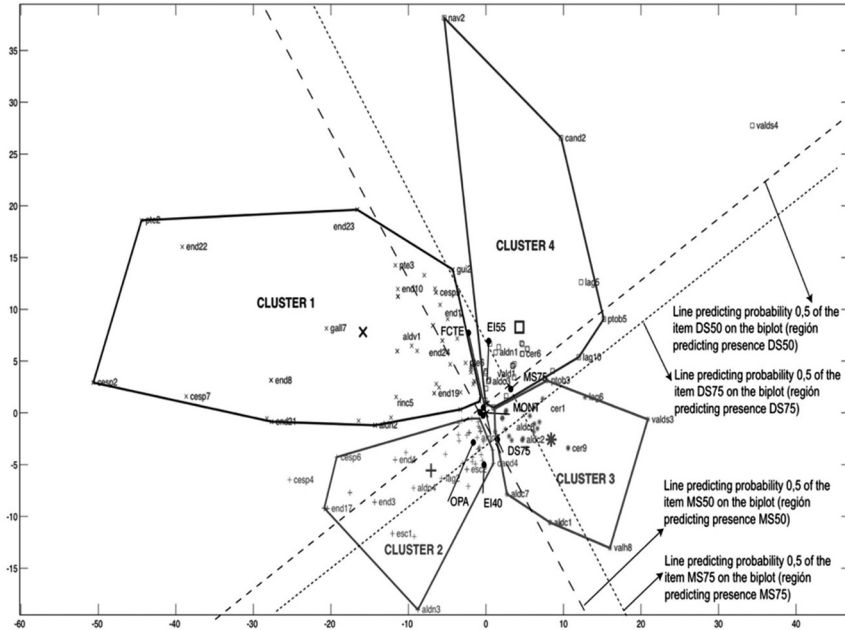
CUADRO 4
Bondad de los indicadores de las variables

Variable	Desviación	p-valor	R ²	% Correcto
FCTE	47,866	0	0,685	69,082
IngP	6,464	0,01101	0,742	72,464
OPA	69,779	0	0,587	74,396
EI40	120,299	0	0,636	90,821
EI55	138,167	0	0,862	85,024
PORC	47,393	0	0,346	88,889
MONT	143,668	0	0,692	78,261
MREF	1,916	0,16628	0,234	77,295
MS50	280,356	0	0,968	99,034
MS75	283,008	0	0,935	97,585
DS50	292,400	0	0,950	99,034
DS75	174,323	0	0,832	94,203
Bondad de ajuste global 88,0837				

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 2

Disposición a firmar contratos ambientales. Representación Biplot



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 2 aparecen representados los individuos y las variables que han resultado significativas. Para facilitar su interpretación se han incorporado las líneas que predicen la probabilidad 0,5 de las variables MS50, MS75, DS50, DS75, a las que pueden vincularse las medidas agroambientales que pueden incorporarse al contrato.

De lo anterior, se puede concluir que la población de la zona se agrupa mayoritariamente en cuatro *clusters* diferenciados: cluster 1 (28,5 %), cluster 2 (28,5 %), cluster 3 (17,8 %), y cluster 4 (16,9 %). Esta clasificación permite establecer una clara separación entre explotaciones de dehesa (*clusters* 1 y 2) y de montaña (*clusters* 3 y 4). En los dos *clusters* de montaña reviste importancia la presencia de los muros de piedra. Adicionalmente, en las explotaciones del cluster 3 las parcelas requieren tareas de desbroce. Dentro del cluster 2 son importantes las tareas de desbroce, pero es poco probable encontrar explotaciones que tengan más del 50 % de las parcelas que conserven muros de piedra. En este cluster es muy probable, además, encontrar ganaderos afiliados a organizaciones profesionales. Respecto al cluster 1, aunque no es dominante ninguna de las medidas analizadas, puede observarse que existe un número importante de explotaciones que conservan muros de piedra.

Conocida la variedad de las explotaciones, y caracterizadas en consecuencia, se hace necesario descubrir la disposición de sus titulares a firmar un contrato que incorporara medidas no productivas vinculadas a los elementos diferenciales de las fincas, y estimar el pago exigido por su ejecución. La pregunta sobre el contrato se formuló con la siguiente introducción: “(los contratos propuestos) son acuerdos a suscribir entre la Administración y los ganaderos interesados que cumplan la condicionalidad y presenten las mejores propuestas. Los seleccionados se comprometerían a cumplir el contrato, a cambio, recibirían un pago anual por hectárea en lugar de recibir las subvenciones como en la actualidad”.

A continuación, se planteaba directamente la pregunta:

“¿Estaría dispuesto a firmar un contrato para poner en marcha las medidas seleccionadas? ¿Cuál sería el pago mínimo anual por hectárea gestionada que exigiría? (debe tener en cuenta que si su oferta fuera aceptada la cuantía aquí marcada sustituiría a las subvenciones, pero si pide una cantidad muy elevada su oferta sería desestimada y mantendría el actual sistema de subvenciones)

SÍ ME INTERESARÍA, pero exigiría un pago mínimo (marcar la opción):

- Entre 125 y 150 €/ha
- Entre 151 y 175 €/ha
- Entre 176 y 200 €/ha
- Entre 201 y 225 €/ha
- Entre 226 y 250 €/ha
- Entre 251 a 275 €/ha
- Entre 276 a 300 €/ha
- Más de 300 €/ha (en este caso concrete la cifra _____)

NO ME INTERESA este tipo de contratos, prefiero recibir las subvenciones como hasta la fecha

Si no está interesado en el contrato, ¿podría decirnos por qué?”

El Cuadro 5 muestra que el porcentaje de ganaderos que declararon estar dispuestos a firmar contratos fue el 61,7 % para el conjunto de la muestra, siendo este porcentaje superior entre los titulares de explotaciones de montaña (69,9 %) que entre los de dehesa (56,3 %).

Por su parte, el Gráfico 3 desvela las principales razones para no firmar los contratos ambientales. Como puede comprobarse, la más importante es la edad de la población; el 37 % alega esta causa. Otras dos razones son: que el sistema les parece muy complejo, y que tienen pocas fincas en propiedad. Muchos piensan que cualquier mejora de las parcelas redundará en beneficio de los propietarios, que además pueden sentirse legitimados a incrementar las rentas de la tierra.

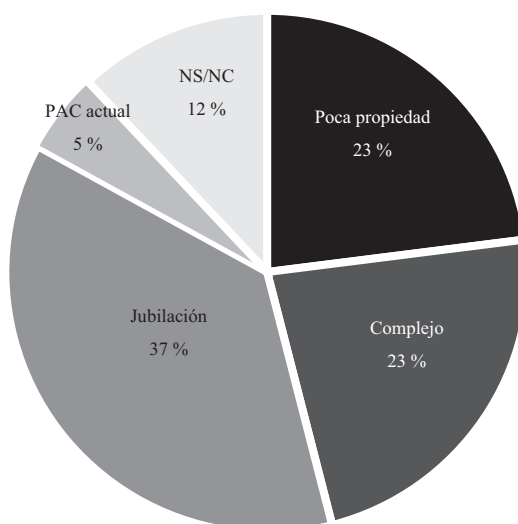
CUADRO 5
Disposición a firmar contratos

	RBSBF		DEHESA		MONTAÑA	
	N	%	N	%	N	%
SI	129	61,7	71	56,3	58	69,9
NO	80	38,3	55	43,7	25	30,1

Estadístico exacto de Fisher $p = 0,080$

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3
Razones del rechazo a firmar contratos ambientales



Fuente: Elaboración propia.

5. Principales resultados

El ejercicio realizado permitía obtener algunas conclusiones relevantes para el diseño de contratos ambientales en el caso concreto de la RBSBF.

A partir de las respuestas ofrecidas, y con base en el *Biplot*, se puede concluir que la probabilidad de aceptar un contrato que incorpore las medidas necesarias es muy alta en los clusters 2 y 3, media en el cluster 4 y baja en el cluster 1. Por otra parte,

teniendo en cuenta la posición de los clusters 2 y 3 con respecto a la variable MONT (tipo de ecosistema: montaña o dehesa), es posible diferenciar entre dos modelos contractuales básicos: uno para las explotaciones de dehesa y otro para las explotaciones de montaña. El contenido fundamental del primero serían las tareas de desbroce, y el segundo incorporaría medidas de desbroce y mantenimiento de muros. Finalmente, son los ganaderos más jóvenes los que muestran una mayor disposición a firmar un contrato ambiental, tanto en las explotaciones de dehesa como en las de montaña.

La compensación exigida para aceptar un contrato que sustituya el modelo actual de subvenciones e incorpore las prácticas descritas, es de 287,5 €/ha en promedio en las explotaciones de montaña que requieren tareas de desbroce y mantenimiento de muros, y 262,5 €/ha en las de dehesa, que requieren solo tareas de desbroce. Teniendo en cuenta que dichos pagos sustituirían las subvenciones recibidas de la PAC, restando del pago exigido el valor medio de las subvenciones percibidas, el coste de ejecución del contrato en las explotaciones de montaña sería de 97,5 €/ha (287,5 €/ha-190 €/ha) y en las de dehesa 48,5 €/ha (262,5 €/ha-214 €/ha)¹².

En definitiva, la técnica empleada ha permitido de una forma gráfica identificar las diferencias entre las distintas explotaciones y ajustar en consecuencia los contratos propuestos. Si se quieren asignar los recursos de forma eficiente se deben plantear dos modelos contractuales diferenciados dirigidos con preferencia a los ganaderos más jóvenes: uno que incorporaría fundamentalmente tareas de desbroce, y otro que incorporaría tareas de desbroce y mantenimiento de muros de piedra.

Además del pago exigido, el ejercicio desarrollado incidía también sobre algunas consideraciones formales con respecto al contrato mismo¹³. En este sentido, para conocer la posición del ganadero ante distintos planteamientos, a todos los que habían contestado estar dispuestos a firmar un contrato ambiental, se les preguntó su opinión sobre la duración óptima del contrato y el grado de flexibilidad preferido del mismo. La duración del contrato se planteó ofreciendo tres categorías: menos de cinco años [TIEMPO < 5], 5 AÑOS [TIEMPO = 5] y más de 5 años [TIEMPO > 5]. Sobre la estructura formal del contrato se plantearon dos cuestiones: ¿Se debería diseñar un contrato independiente para cada medida en la que estuviera interesado, o sería mejor un contrato único que incorporase todas las medidas? [FLEX]. ¿Sería mejor que el contrato vinculase obligatoriamente a toda la explotación, o que el ganadero pudiera seleccionar las parcelas que quisiese vincular? [SUPERF].

Con la información obtenida se construyó una tabla de contingencia tridimensional y mediante modelos logarítmicos lineales (log-lineal) se analizaron las relaciones entre las categorías de las variables cualitativas, para encontrar un modelo que explicara la magnitud de las frecuencias. En términos generales, los efectos representados

¹² Los resultados obtenidos son coherentes con los costes estimados para estas actividades por el ITAGRA (Junta de Castilla y León, 2015).

¹³ Para seleccionar estas variables se tuvo presente la estructura formal analizada en el proyecto ITAES (*Integrated Tools to design and implement Agro Environmental Schemes*) en el que participaron varios países europeos durante el periodo 2004-2007. Actualmente la página web del proyecto está cerrada. Una reseña de este programa puede encontrarse en <https://cordis.europa.eu/project/ren/73847/factsheet/es>.

en una tabla de contingencia tridimensional se pueden expresar en los siguientes términos:

$$\text{Ln}F_{ij} = \mu + \lambda^A + \lambda^B + \lambda^C + \lambda^{AB} + \lambda^{AC} + \lambda^{BC} + \lambda^{ABC} \quad [1]$$

Expresión en la que $\text{Ln}F_{ij}$ es el logaritmo de las frecuencias observadas que se explica por los siguientes componentes: μ expresa la media de los logaritmos de todas las casillas; λ^A , λ^B , λ^C son los efectos principales originados en las categorías correspondientes a cada una de las variables; $\lambda^{AB} \dots \lambda^{ABC}$ es el efecto de la interacción de las variables.

Siguiendo esta metodología, como es bien sabido, se contrasta en primer lugar la hipótesis de independencia. Posteriormente, si dicha hipótesis es rechazada se procede a identificar la clase generadora a partir de la cual se puede construir el modelo jerárquico más sencillo que explica dicha asociación y no difiere significativamente del modelo saturado. Para identificar la clase generadora del modelo se sigue un procedimiento de eliminación de parámetros “*paso a paso hacia atrás*” mediante la significación chi-cuadrado. Para su interpretación debe tenerse presente que si el modelo es aditivo los estimadores de los parámetros pueden interpretarse como el logaritmo del *Odds Marginal* que resulta de comparar cada categoría con la tomada de referencia. Cuando existen interacciones no pueden interpretarse los marginales y hay que centrarse en el *Odds Ratio* (o razón de predominios).

En el presente caso, para analizar la relación entre las tres variables, se tomó como referencia la tabla de contingencia trifactorial y se construyó el modelo que mejor explicaba las frecuencias. La clase generadora resultante fue:

$$[TIEMPO*SUPERF, FLEX*SUPERF] \quad \chi^2_4 = 1,425 \quad p = 0,84 \quad [2]$$

Se observaban dos interacciones: una entre la variable *FLEX* y *TIEMPO*; y otra entre las variables *FLEX* y *SUPERF*. Teniendo esto en cuenta, se construyó el modelo jerárquico correspondiente:

$$\log(\hat{f}_{ijk}) = cte + FLEX_i + TIEMPO_j + SUPERF_k + FLEX_i + TIEMPO_j + FLEX_i + SUPERF_k \quad [3]$$

El ajuste global del modelo resultó estadísticamente adecuado, pues no difiere del modelo saturado. En el Cuadro 5 se presenta la estimación de los parámetros correspondientes a las interacciones, siendo OR el valor del número “e” elevado al coeficiente estimado en el modelo ($OR = e^{\text{coeficiente estimado}}$), que indica la probabilidad de que se elija una alternativa frente a otra cuando se cumple una condición. En definitiva, lo anterior permitía concluir que:

- Los ganaderos elegirán con una probabilidad 3,9 veces superior los contratos de duración inferior a cinco años, frente a los contratos de cinco años de duración, si eligen un contrato global que vincule a toda la explotación en lugar de optar por contratos individualizados para cada finca (parcela).

$$OR_{(TIEMPO<5_5/SUPERF)} = e^{1,362} = 3,90 \quad [4]$$

- Los ganaderos elegirán con una probabilidad 3,47 veces superior los contratos de cinco años de duración, frente a los contratos de más de cinco años, si eligen un contrato global que vincule a toda la explotación en lugar de optar por contratos individualizados para cada finca (parcela).

$$OR_{(TIEMPO<5_5/SUPERF)} = e^{1,246} = 3,47 \quad [5]$$

- Los ganaderos elegirán con una probabilidad 4,33 veces inferior contratos particulares para cada una de las medidas que se les proponga si optan por un contrato global para toda la explotación, en lugar de hacer contratos diferenciados para cada finca (parcela).

$$OR_{(TIEMPO<5_5/SUPERF)} = e^{-1,466} = 0,230 \quad [6]$$

Identificadas las propuestas contractuales que serían más convenientes en el caso analizado, su implantación no está exenta de dificultades como bien pone de manifiesto la amplia literatura existente.

En este sentido, y para mejorar la eficiencia de su implantación, una línea de trabajo futuro debería vincularse al desarrollo de las nuevas tecnologías (Pesce *et al.*, 2019). La tecnología *blockchain* permitiría registrar simultáneamente la información de todos los usuarios en sentido amplio: personas físicas, bases de datos espaciales (SIGPAC, SIOSE, COPERNICUS, Cartografía de hábitats y especies) y sensores que permiten la integración de información sin intervención humana (IoT). La plataforma *blockchain*, por su parte, podría contribuir a mejorar la eficiencia de los contratos ambientales reduciendo los costes de transacción al reducir la necesidad de aportar información relevante por parte de los agentes implicados en la toma de decisiones; definir las preferencias de los usuarios (los ganaderos, transformadores y comercializadores y también la de demandantes de productos comerciales y servicios ecosistémicos); y jerarquizar automáticamente las alternativas con toda la información disponible. Sobre esta plataforma sería posible configurar el contrato ambiental como un contrato inteligente (*Smart Contract*) basado en acuerdos codificados registrados y gestionados por una infraestructura virtual descentralizada que verificara los protocolos y ejecutara automáticamente las cláusulas preservando el anonimato de los contratantes (Eenmaa-Dimitrieva & Schmidt-Kessen, 2018; Macrini *et al.*, 2018; Werbach & Cornell, 2017).

CUADRO 5
Dimensión formal del contrato

Parámetro	Estim.	E. Típico	Z	p-valor
Constante	3,031	0,187	16,171	0,000
[TIEMPO <5]	-0,823	0,283	-2,911	0,004
[TIEMPO =5]	-0,248	0,236	-1,051	0,293
[TIEMPO >5]	0 ^a	.	.	.
[FLEX=MED]	-0,022	0,210	-0,105	0,917
[FLEX=UNICO]	0 ^a	.	.	.
[SUPERF=EXPL]	-1,289	0,429	-3,006	0,003
[SUPERF=PARC]	0 ^a	.	.	.
[FLEX=MED] * [SUPERF=EXPL]	-1,466	0,468	-3,133	0,002
[FLEX=MED] * [SUPERF=PARC]	0 ^a	.	.	.
[FLEX=ÚNICO] * [SUPERF=EXPL]	0 ^a	.	.	.
[FLEX=ÚNICO] * [SUPERF=PARC]	0 ^a	.	.	.
[TIEMPO <5] * [SUPERF=EXPL]	1,362	0,553	2,462	0,014
[TIEMPO <5] * [SUPERF=PARC]	0 ^a	.	.	.
[TIEMPO = 5] * [SUPERF=EXPL]	1,246	0,501	2,487	0,013
[TIEMPO = 5] * [SUPERF=PARC]	0 ^a	.	.	.
[TIEMPO >5] * [SUPERF=EXPL]	0 ^a	.	.	.
[TIEMPO >5] * [SUPERF=PARC]	0 ^a	.	.	.

Razón de verosimilitudes: 1,645; g.l. = 4; p = 0,801.

Chi-cuadrado de Pearson: 1,691; g.l. = 4; p = 0,792.

0a Este parámetro se ha definido como cero ya que es redundante.

Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones

Partiendo de la importancia de la ganadería extensiva para conservar unos ecosistemas que aportan valiosos servicios a la sociedad, se ha planteado la posibilidad de sustituir el sistema actual de subvenciones por un contrato ambiental. Para ello se ha seleccionado para la realización de un estudio piloto, la ganadería extensiva presente en la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia. A partir de

una muestra representativa de los ganaderos de la zona, la metodología del *Biplot Logístico* ha permitido diferenciar dos modelos de contrato que se vinculan a prácticas y espacios diferenciados. Tomando como referencia la compensación exigida para poner en marcha las prácticas descritas, es posible estimar el coste adicional de cada contrato en 97,5 €/ha para las explotaciones que requieren mantenimiento de muros de piedra y tareas de desbroce (montaña), y en 48,5 €/ha para aquellas que solo requieren tareas de desbroce (dehesa). Asimismo, los ganaderos muestran preferencia por contratos a corto plazo cuando optan por acuerdos que regulen las condiciones toda la explotación. En este caso prefieren que se incorporen todas las medidas en el mismo contrato.

En definitiva, y a la vista de los crecientes problemas que probablemente va a enfrentar la PAC, el estudio presentado muestra que los contratos ambientales pueden constituir una buena solución para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos proporcionados por la ganadería extensiva.

Referencias

- Bernués, A., Ruiz, R., Olaizola, A., Villalba, D. & Casasús, I. (2011). "Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: Synergies and trade-offs". *Livestock Science*, 139(1-2), 44-57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2011.03.018>.
- Bernués, A., Rodríguez-Ortega, T., Ripoll-Bosch, R. & Alfnes, F. (2014). "Socio-Cultural and Economic Valuation of Ecosystem Services Provided by Mediterranean Mountain Agroecosystems". *PLoS ONE*, 9(7), e102479. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0102479>.
- Blanco, M., García-Germán, S. & Bardají, I. (2011). "El modelo de ayudas directas en la PAC post-2013: análisis de impactos de escenarios potenciales". *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 11(2), 83-108. <http://dx.doi.org/10.7201/earn.2011.02.04>.
- Blasius, J., Eilers, P.H.C. & Gower, J. (2009). "Better Biplots". *Computational Statistics and Data Analysis*, 53(8), 3145-3158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csda.2008.06.013>.
- Burton, R.J.F. & Schwarz, G. (2013). "Result-oriented agri-environmental schemes in Europe and their potential for promoting behavioural change". *Land Use Policy*, 30(1), 628-641. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.05.002>.
- Colombo, S. & Rocamora-Montiel, B. (2018). "Result-oriented Agri-Environmental Climate Schemes as a means of promoting climate change mitigation in olive growing". *Outlook on Agriculture*, 47(2), 141-9. <http://dx.doi.org/10.1177/0030727018770931>.
- Demey, J., Vicente-Villardón, J.L., Galindo, M.P. & Zambrano, A. (2008). "Identifying molecular markers associated with classification of genotypes using external logistic biplots". *Bioinformatics*, 24(24), 2832-2838. <http://dx.doi.org/10.1093/bioinformatics/btn552>.

- Eenmaa-Dimitrieva, H. & Schmidt-Kessen, M.J. (2019). "Creating markets in no-trust environments: The law and economics of smart contracts". *Computer Law & Security Review*, 35(1), 69-88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clsr.2018.09.003>.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. (2011). *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados*. Madrid, Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino.
- Fonderflick, J., Caplat, P., Lovaty, F., Thévenot, M. & Prodon, R. (2010). "Avifauna trends following changes in a Mediterranean upland pastoral system". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 137(3-4), 337-347. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2010.03.004>.
- Gallego-Álvarez, I. & Vicente-Villardón, J.L. (2012). "Analysis of environmental indicators in international companies by applying the logistic Biplot". *Ecological Indicators*, 23(0), 250-261. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.024>.
- Galvanek D. & Janak M. (2008). *Management of Natura 2000 habitats. 6230 *Species-rich Nardus grasslands*. Brussels, European Commission.
- García, S. (2015). *Beneficios económicos de la Red Natura 2000 en España*. TRAGSA-TEC. Madrid, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Gibbons, J.M., Nicholson, E., Milner-Gulland, E. & Jones, J.P.G. (2011). "Should payments for biodiversity conservation be based on action or results?" *Journal of Applied Ecology*, 48(5), 1218-1226. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02022.x>.
- Gibon, A. (2005). "Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level". *Livestock Production Science*, 96(1), 11-31. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.05.009>.
- Gibon, A., Sibbald, A.R., Flamant, J.C., Lhoste, P., Revilla, R., Rubino, R. & Sorensen, J.T. (1999). "Livestock farming systems research in Europe and its potential contribution for managing towards sustainability in livestock farming". *Livestock Production Science*, 61(2-3), 121-137. [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00062-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00062-7).
- Hanley, N., Banerjee, S., Lennox, G.D. & Armsworth, P.R. (2012). "How should we incentivize private landowners to 'produce' more biodiversity?" *Oxford Review of Economic Policy*, 28(1), 93-113. <http://dx.doi.org/10.1093/oxrep/grs002>.
- Hanley, N., Whitby, M. & Simpsonm I. (1999). "Assessing the success of agri-environmental policy in the UK". *Land Use Policy*, 16(2), 67-80. [http://dx.doi.org/10.1016/S0264-8377\(98\)00041-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0264-8377(98)00041-6).
- Hasund, K.P. (2012). "Indicator-based agri-environmental payments: A payment-by-result model for public goods with a Swedish application". *Land Use Policy*, 30(1), 223-233. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.03.011>.
- Hodge, I. (2000). "Agri-environmental Relationships and the choice of policy mechanism". *The World Economy*, 23(2), 257-273. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-9701.00271>.

- Junta de Castilla y León. (2015). *Programa de Desarrollo Rural de Castilla y León 2007-2013* (versión 2015).
- Keenleyside, C., Beaufoy, G., Tucker, G. & Jones, G. (2014). *The High Nature Value farming concept throughout EU 27 and its financial support under the CAP*.
- Institute for Environmental Policy (2014). Obtenido de: <https://ec.europa.eu/environment/agriculture/pdf/High%20Nature%20Value%20farming.pdf>.
- Latacz-Lohmann, U. & Scilizzi, S. (2005). *Auctions for conservation contracts: A Review of the theoretical and empirical literature*. Report to the Scottish Executive Environment and Rural Affairs Department.
- Macrinici, D., Cartofeanu, C. & Gao, S. (2018). "Smart contract applications within blockchain technology: A systematic mapping study". *Telematics and Informatics*, 35 (8), 2337-2354. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tele.2018.10.004>.
- Matzdorf, B. & Lorenz, J. (2010). "How cost-effective are result-oriented agri-environmental measures? An empirical analysis in Germany". *Land Use Policy*, 27(2), 535-544. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.07.011>.
- Matzdorf, B., Kaiser, T. & Rohner, M. (2008). "Developing biodiversity indicator to design efficient agri-environmental schemes for extensively used grassland". *Ecological Indicators*, 8(3), 256-269. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.02.002>.
- Moxey, A. & White, B. (2014). "Result-oriented agri-environmental schemes in Europe: A comment". *Land Use Policy*, 39, 397-399. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.04.008>.
- Olmeda, C., Keenleyside, C., Tucker, G.M. & Underwood, E. (2013). *Farming for Natura 2000. Guidance on how to integrate Natura 2000 conservation objectives into farming practices based on Member States good practice experiences*. Brussels, European Commission.
- Pesce, M.K.M., Soma K., Bogaardt, M.J., Poppe, K., Thurston, C., Monfort, C., Wolfert, S., Beers, G. & Urdu, D. (2019). *Research for AGRI Committee – Impacts of the digital economy on the food-chain and the CAP*. Brussels, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies.
- Reed, M.S., Moxey, A., Prager, K., Hanley, N., Skates, J., Bonn, A., Evans, C.D., Glenk, K. & Thomson, K. (2014). "Improving the link between payments and the provision of ecosystem services in agri-environment schemes" *Ecosystem Services*, 9, 44-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.06.008>.
- Rodríguez-Ortega, T., Oteros-Rozas, E., Ripoll-Bosch, R. & Tichit, M. (2014). "Applying the ecosystem services framework to pasture-based livestock farming systems in Europe". *Animal*, 8(8), 1361-1372. <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731114000421>.
- Rodríguez-Ortega T., Olaizola, A.M. & Bernués, A. (2018). "A novel management-based system of payments for ecosystem services for targeted agri-environmental policy". *Ecosystem Services*, 34, 74-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.09.007>.

- San Miguel, A. (2008). *Pseudo-steppes with grasses and annuals of the Thero-Brachypodietea in Natura 2000 sites*. Brussels, European Commission.
- Sirami, C., Brotons, L., Burfield, I., Fonderflick, J. & Martin, J. (2008). "Is land abandonment having an impact on biodiversity? A meta-analytical approach to bird distribution changes in the north-western Mediterranean". *Biological Conservation*, 141(2), 450-459. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2010.03.004>.
- Uthes, S. & Matzdorf, B. (2013). "Studies on Agri-environmental Measures: A Survey of the Literature". *Environmental Management*, 51(1), 251-266. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-012-9959-6>.
- Uthes, S., Matzdorf, B., Müller, K. & Kaechele, H. (2010). "Spatial Targeting of Agri-Environmental Measures: Cost-Effectiveness and Distributional Consequences". *Environmental Management*, 46(3), 494-509. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-010-9518-y>.
- Vicente, F.M. (2013). *Contratos ambientales y ganadería extensiva. Estudio aplicado a la Reserva de la Biosfera de las Sierras de Béjar y Francia*. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá.
- Vicente-Villardón, J.L., Galindo-Villardón, M. & Blazquez-Zaballos, A. (2006). Logistic Biplots. En Greenacre, M. & Blasius, J. (Eds.): *Multiple Correspondence Analysis and Related Methods* (pp. 503-521). Statistics in the Social and Behavioral Sciences Series. Chapman and Hall/CRC. Boca Raton.
- Werbach, K. & Cornell, N. (2017). "Contracts Ex Machina". 67 *Duke Law Journal March*, 313. Obtenido de: <https://ssrn.com/abstract=2936294>.
- Wunder, S. (2005). *Pagos por servicios ambientales: principios básicos esenciales*. Jakarta, CIFOR.
- Wünscher, T., Engel, S. & Wunder, S. (2008). "Spatial targeting of payments for environmental services: A tool for boosting conservation benefits". *Ecological Economics*, 65(4), 822-833. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.11.014>.