

Trabajo Fin de Grado

Análisis del impacto económico de la prohibición
de glifosato en el cultivo de olivo de Aragón.

Autora

Celia Monterde Cortés

Director

Yolanda Martínez Martínez

Facultad de Economía y Empresa

Año 2016-2017

INFORMACIÓN Y RESUMEN

Autora del trabajo: Celia Monterde Cortés

Directora del trabajo: Yolanda Martínez Martínez

Título del trabajo:

Titulación a la que está vinculado: Doble grado Derecho y Administración y Dirección de Empresas.

Resumen:

El cultivo de olivos en Aragón tiene gran importancia económica al ser la sexta comunidad autónoma con mayor número de hectáreas dedicada a la producción de aceite de oliva (58.901 hectáreas), en la que destaca por su producción la zona del Bajo Aragón.

La principal técnica de mantenimiento del suelo de los olivos es la agricultura de conservación, que trata de alterar mínimamente el suelo y mantener una cobertura de restos vegetales. En esta técnica el control de malezas se lleva a cabo principalmente con herbicidas químicos, siendo el más importante de ellos el glifosato.

En este trabajo se valora el impacto económico que puede producir la prohibición del uso del herbicida glifosato en las explotaciones de olivos de Aragón. Para ello, se analizan distintos escenarios alternativos al uso de dicho herbicida, estimando tanto el impacto económico como ambiental que puedan tener las distintas alternativas llevándose a cabo el análisis en una finca del municipio de Castellote.

Abstract:

Olive trees farming in Aragon has got a great economic importance, it's the sixth Autonomous Community with more hectares dedicated to the production of olive oil (58,901 hectares), standing out the Bajo Aragón.

The main olive production system is the Conservation Agriculture, which tries to alter minimally the soil and maintain a ground cover. The control of weeds is carried out with chemical herbicides, being the most important the glyphosate.

The aim of this work is to evaluate the economic impact of the glyphosate prohibition in olive trees of Aragon. With this purpose, different alternative scenarios to the use of glyphosate are analyzed, estimating the economic and environmental impacts of different alternatives in a representative farm of Castellote (Teruel).

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	Página 5
1.1 Agricultura de conservación.....	Página 5
1.2. Polémica sobre el uso de herbicidas.....	Página 10
1.3. Objetivos, motivación y relevancia.....	Página 12
2. METODOLOGÍA Y FUENTES DE DATOS.	Página 13
2.1 Área de estudio.	Página 13
2.2 Variables consideradas.....	Página 14
2.3. Escenarios.....	Página 17
3. RESULTADOS.	Página 23
3.1 Escenario base.....	Página 23
3.2 Escenario 1: Herbicidas alternativos.....	Página 24
3.3 Escenario 2: Laboreo mínimo.....	Página 25
3.4 Escenario 3: Agricultura convencional.....	Página 26
3.5 Escenario 4: Cubierta vegetal.....	Página 27
3.6 Valoración global de resultados.....	Página 29
4. CONCLUSIONES.	Página 33
5. BIBLIOGRAFÍA.....	Página 35

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 Agricultura de conservación y agricultura tradicional.

La agricultura de conservación es un conjunto de prácticas agrarias adaptadas al estado y condiciones del suelo, que tiene como objetivo la alteración mínima del mismo a través de distintas técnicas de cultivo y el mantenimiento de una cobertura de restos vegetales.

Con esta técnica se disminuye la erosión y la degradación del suelo, además de conservar, mejorar y usar de un modo más eficiente los recursos naturales, como el agua, sin que ello reduzca los niveles de producción de las explotaciones, manteniendo al menos un 30% de la superficie con cubierta vegetal (A.E.A.C.S.V, 2015). A su vez, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero al reducir el uso de maquinaria agrícola, por lo que se incurre en una reducción en los costes, tanto de maquinaria agrícola como de combustibles.

Las técnicas de agricultura de conservación son distintas para los cultivos herbáceos y para los leñosos. Para los cultivos herbáceos, las técnicas de agricultura de conservación más usadas son las siguientes:

-Siembra directa: Esta modalidad consiste en que al menos el 30% de la superficie se encuentre protegida por vegetales, a través de la siembra realizada sobre el rastrojo del cultivo anterior. Esta técnica consigue el mayor grado de conservación de la erosión del suelo, aumentando la eficacia conforme aumenta el porcentaje de cobertura del terreno.

-Laboreo mínimo: Con el laboreo mínimo se realiza una o dos labores superficiales con un cultivador o vibrocultivador sobre el suelo para romper la costra superficial, controlando posteriormente las malas hierbas con el uso de herbicidas (MAGRAMA, 2008). Con esta técnica de mantenimiento del suelo, las actividades de laboreo se reducen considerablemente respecto a la agricultura convencional, por lo que de esta manera se pueden solucionar el problema de reducción de la velocidad de infiltración que plantea el no laboreo, además de movilizar los elementos nutritivos y los compuestos minerales.

Sin embargo, con esta técnica se realizan actividades de laboreo sobre los suelos, usando en este proceso tractores que emiten dióxido de carbono a la atmósfera y que provocan un asentamiento del suelo, dificultando la infiltración del agua de lluvia, además de que en la labor superficial se sacan a la superficie capas de tierra húmedas que se evaporan.

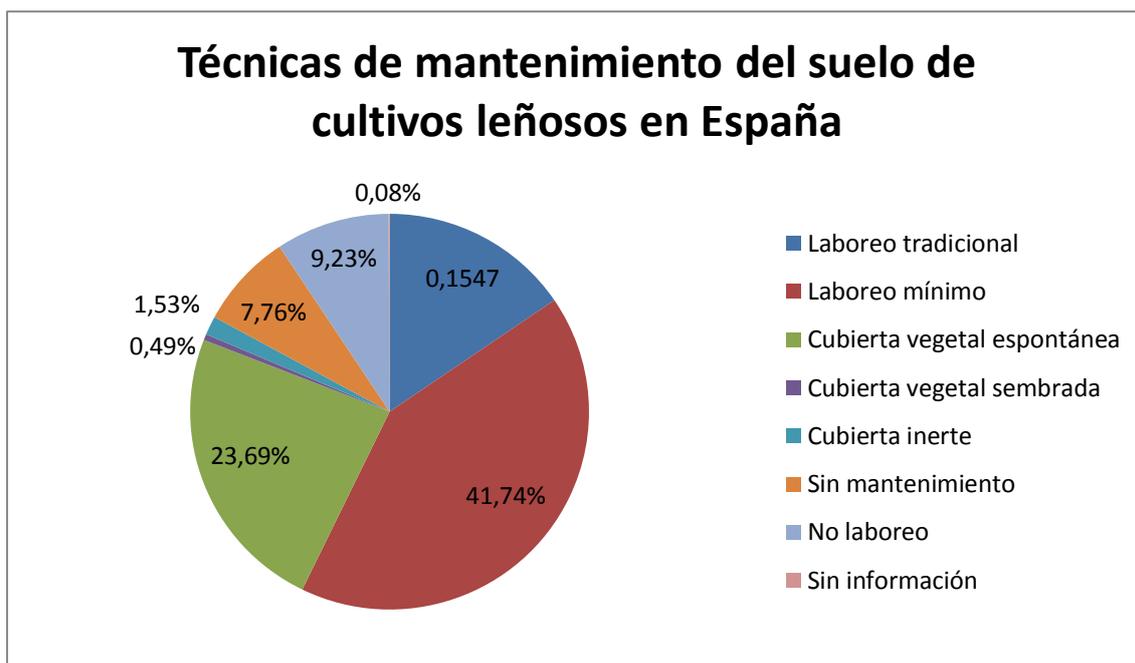
En cuanto a los cultivos leñosos, las técnicas de agricultura de conservación más usadas son el no laboreo y el uso de cubiertas vivas o inertes para mantener protegidos los espacios entre las hileras de los árboles (conocido como calle). Esta técnica es una de las más recomendadas para reducir la erosión, ya que consiste en no realizar ninguna labor sobre el suelo, permitiendo el nacimiento de malas hierbas (pueden ser no seleccionadas o seleccionadas hacia las gramíneas), por lo que se mantiene una cobertura vegetal hasta que se aplican los herbicidas cuando las malas hierbas compiten en la absorción de agua con los cultivos leñosos.

Frente a la agricultura de conservación, se encuentra la agricultura convencional, que consiste en realizar actividades de laboreo de tres a cinco veces al año, (generalmente se realizan cuatro veces), en primavera y verano, para eliminar las malas hierbas que surgen en el terreno, mediante el uso de cultivadores o vibrocultivadores, que supone a largo plazo una compactación del suelo tras las lluvias (Pastor y Castro, 1996), así como erosión, degradación y cambio en la flora y fauna de los ecosistemas (Rodríguez *et al*, 2007).

En España en el año 2015 el cultivo de leñosos ocupaba un total de 4.961.981 ha, siendo la técnica de mantenimiento del suelo más usada en este tipo de cultivos el laboreo mínimo, con un 41,74% del total (2.071.373 ha) como muestra la Figura 1.1.

En segundo lugar, se encuentra la cubierta vegetal espontánea, con un 23,69% (1.175.685 ha), y en tercer lugar el laboreo tradicional, con un 15,47% (767.559 ha). Le siguen las técnicas de no laboreo con un 9,23%, no mantenimiento, 7,76%, y cubierta vegetal sembrada e inerte con un 2,02% (ESYRCE, 2015). A la vista de los resultados nacionales en el cultivo de leñosos, el 67,45% pertenece a alguna de las modalidades de Agricultura de Conservación, por lo que es reseñable destacar la importancia de estas técnicas en nuestro país, (MAGRAMA, 2015).

Figura 1.1 Técnicas mantenimiento del suelo de cultivos leñosos en España.



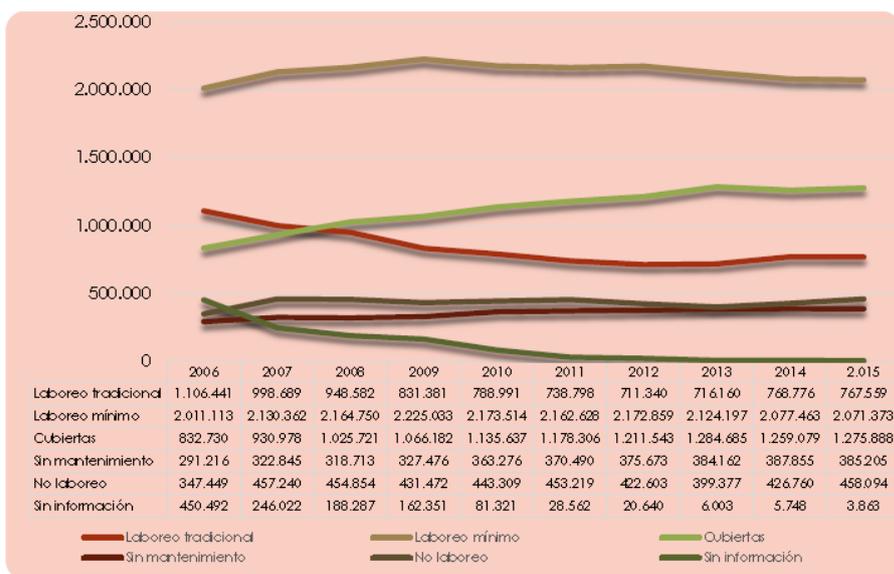
Fuente: ESYRCE (2015)

Desde el año 2006 hasta la actualidad, se observa una tendencia decreciente en cuanto al laboreo tradicional como técnica de mantenimiento en cultivos leñosos, ya que en el año 2006 se parte de 1.106.441 ha dedicadas a esta técnica, situándose en el año 2015 en 767.559 ha, lo que ha supuesto una reducción del 30,62%, como indica en la Figura 1.2.

Por el contrario, técnicas como el uso de cubiertas vegetales ha aumentado, pasando de ocupar 832.730 ha en el año 2006 a 1.275.888 ha en el año 2015, lo que supone un aumento del 34,73%, así como el no laboreo, pasando de 347.449 ha en 2006 a 458.094 ha en el año 2015, lo que supone un incremento del 24,15%.

Estos cambios en el periodo estudiado se deben a múltiples causas: la difusión de novedades en cuanto a técnicas de cultivo, mayor preocupación por los recursos naturales, profesionalización de las actividades, etc. (ESYRCE, 2015).

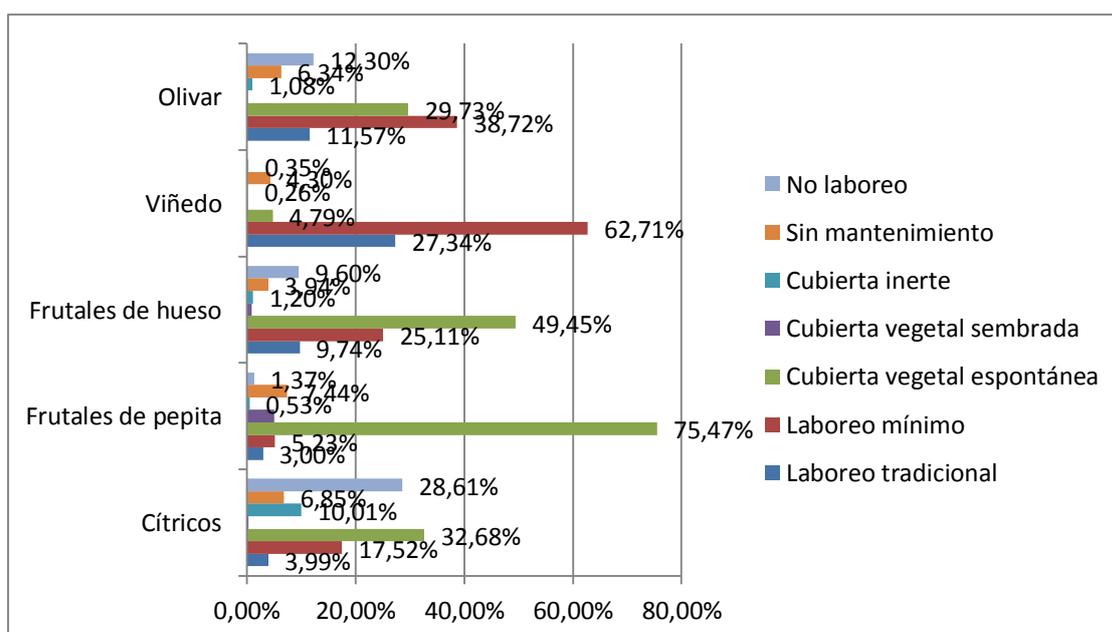
Figura 1.2 Evolución de las técnicas mantenimiento del suelo de cultivos leñosos en España.



Fuente: ESYRCE (2015)

Los cultivos leñosos en España comprenden la plantación regular de árboles, mayoritariamente el olivar con 2.605.252 ha, los árboles frutales con pepita o de hueso que alcanzan 1.044.759 ha, el viñedo con 967.733 ha y finalmente los cítricos con 299.518 ha cultivadas, (ESYRCE, 2015).

Figura 1.3 Técnicas mantenimiento del suelo de cultivos leñosos en España.



Fuente: MAGRAMA (2015)

La Figura 1.3 muestra que tanto en el olivo como en el viñedo, la técnica de mantenimiento del suelo más usada es el laboreo mínimo, con un 38,72% y un 62,71% respectivamente, mientras que la segunda técnica más usada difiere en estos cultivos, ya que en el olivo nos encontramos con la cubierta vegetal espontánea con un 29,73%, y en el viñedo se encuentra el laboreo tradicional, con el 27,34%.

En los frutales de hueso y de pepita, la técnica de mantenimiento del suelo principal es la cubierta vegetal espontánea, con un 49,45% y un 75,47% respectivamente, situándose en segundo lugar el laboreo mínimo, con un 25,11% en el caso de los frutales de hueso y un 5,23% en el frutal de pepita.

En los cítricos la cubierta vegetal espontánea es la técnica más usada con un 32,68%, seguida muy de cerca por el no laboreo con el 28,61 y el laboreo mínimo, con un 17,52%.

Con estos datos, se observa que en olivo y viñedo se concentran las actividades de laboreo mínimo, mientras que en frutales y cítricos, predomina la cubierta vegetal espontánea. Estas diferencias se deben a que olivo y viñedo se cultivan mayoritariamente en secano, mientras que frutales y cítricos son de regadío.

En Aragón, el cultivo de leñosos supone 238.097 ha (ESYRCE, 2015). La técnica de cultivo más utilizada en esta Comunidad Autónoma es el laboreo mínimo con el 52,29%, un dato ligeramente superior a la media española. En segundo lugar, se encuentra la cubierta vegetal espontánea con el 22,65%, esta técnica es un punto porcentual menor que la media española. En tercer lugar se encuentra sin mantenimiento con el 14,19%, mientras que la media nacional es la mitad, 7,76% y en cuarto lugar el laboreo tradicional con el 7,74%, siendo la media nacional el 15,47% (MAGRAMA, 2015).

En cuanto al cultivo de los olivos en España, este se distribuye en dos tipos de cultivo: de secano y de regadío.

El tipo de cultivo más utilizado en número de hectáreas es el de secano, con 1.856.544 ha, que supone el 71,26% del total, siendo el cultivo en regadío del 28,74%, con 748.708 ha (MAGRAMA, 2015).

Respecto la distribución por regiones, Aragón es la sexta Comunidad Autónoma con mayor superficie dedicada al cultivo del olivo, por detrás de Andalucía, Extremadura, Castilla la Mancha, Cataluña y Comunidad Valenciana (MAGRAMA, 2015).

En Aragón, el cultivo del olivo tiene una gran importancia económica y social, ya que en esta Comunidad Autónoma se encuentran dos de las veintinueve Denominaciones de Origen de Aceite de Oleiva de España: la Denominación de Origen del Aceite del Bajo Aragón y la Denominación de Origen Aceite Sierra del Moncayo (MAPAMA, 2017).

Con 58.901ha dedicadas al cultivo del olivo en Aragón, el 81,47% son de secano y el 18,52% regadío, por lo que la superficie dedicada al cultivo de regadío menor que la media española.

Al igual que en el caso de España, la técnica mas usada en Aragón en el cultivo de los olivos de secano es el laboreo mínimo, seguido del no mantenimiento, que difiere con la segunda posición a nivel nacional que es la cubierta vegetal espontánea. En tercer lugar se encuentra la cubierta vegetal espontánea y finalmente el laboreo tradicional.

1.2. Polémica sobre el uso de herbicidas.

La mayoría de las técnicas de mantenimiento del suelo de la agricultura de conservación requieren el uso de herbicidas químicos para controlar adecuadamente las malas hierbas que compiten con los cultivos por nutrientes y agua.

Uno de los herbicidas más usados en el mundo en este tipo de agricultura es el glifosato, un principio activo desarrollado por primera vez en 1974 por la empresa Monsanto y principal componente de la marca comercial del herbicida no selectivo Roundup.

Este herbicida actúa sobre una gran variedad de malezas y gramíneas de hoja ancha al pulverizar el producto sobre las hojas o tallos, lo que provoca que la planta absorba el glifosato y la posterior descomposición de la planta y las raíces (Monsanto, 2016). Este herbicida es de uso fácil, con un precio bajo y apto para ser usado sobre una gran variedad de vegetales, lo que ha motivado que su uso sea tan extendido.

Desde 1993 la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la United States Environmental Protection Agency (US EPA) calificaron a este herbicida de baja toxicidad

Sin embargo, en el año 2015, tanto la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) como la EPA evaluaron los riesgos cancerígenos de varios pesticidas (entre ellos el glifosato). A raíz de varios informes de estas agencias, incluyeron al citado pesticida en el Grupo 2^a, que significa que ese agente es probablemente cancerígeno para los seres humanos, (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, 2015).

Dado que la clasificación del glifosato efectuada por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) en noviembre de 2015 consideró que era poco probable que el glifosato tuviera un peligro carcinógeno para el ser humano, en la UE comenzó un debate de las propiedades carcinógenas del glifosato, por lo que se aplicó el principio de cautela sobre esta sustancia activa.

Posteriormente, el 13 de abril de 2016 tuvo lugar una Resolución del Parlamento Europeo por la que se renovaba la aprobación de la sustancia activa glifosato para la comercialización de productos fitosanitarios por siete años en vez de los quince años habituales, ya que el período de validez debe ser proporcional a los riesgos potenciales de las sustancias.

De la lectura de este Reglamento se desprende que la renovación del glifosato se efectuará para siete años más en lugar de los quince años habituales, además de la recomendación de prohibición para un uso no profesional y su uso en lugares públicos, por lo que existe una alta probabilidad que pasados los siete años esta sustancia activa no sea renovada por la Unión Europea.

En numerosas ciudades de España el uso de glifosato y herbicidas químicos ha sido prohibido en los parques y zonas verdes, como sucedió en Barcelona, Madrid, Zaragoza, etc. En esta última ciudad, en agosto de 2016 se firmó un decreto por parte del consejero de Servicios Públicos y Personal del Ayuntamiento de Zaragoza para prohibir el uso de este herbicida en los parques y zonas verdes de la ciudad (Ayuntamiento de Zaragoza, 2016).

Toda esta polémica ha provocado una preocupación creciente en el sector de la agricultura (en especial en la agricultura de conservación), ya que sobre el 65% de las técnicas de mantenimiento de los suelos en cultivo de secano en España pertenece a alguna de esta modalidad en la que se usa el glifosato.

1.3. Objetivos, motivación y relevancia social.

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objeto realizar una estimación del impacto económico que se produciría en el caso de que el herbicida glifosato sea prohibido para su uso a largo plazo por la UE en las explotaciones de cultivos de olivo en Aragón.

Para ello, se partirá de una explotación de olivo de secano en que el herbicida glifosato es el principal mecanismo de control de las malas hierbas del suelo. Una vez definido el escenario base y los costes relacionados con este, se llevará a cabo un análisis de costes de escenarios alternativos para conocer cuál es la alternativa económicamente más ventajosa al uso del glifosato. En concreto, se analizarán las siguientes alternativas: uso de herbicidas alternativos, laboreo mínimo, agricultura convencional y uso de cubiertas vegetales.

En el análisis de los diferentes escenarios, no solo se pretende analizar el impacto económico de estos para seleccionar la propuesta más ventajosa para el agricultor, sino que también se comentarán los posibles impactos en el medio ambiente.

Los resultados de este trabajo son útiles para el agricultor, ya que permiten conocer los costes de las alternativas con las que cuenta en el caso de que la Unión Europea prohíba el uso de este herbicida en el futuro, para que de este modo pueda efectuar los cambios necesarios en su explotación para adaptarla a la alternativa que se seleccione.

Además, los resultados son relevantes para el sector implicado en la agricultura de conservación y para las instituciones públicas encargadas de estimar el impacto ambiental de la actividad agraria.

Por lo tanto, el presente trabajo puede tener tanto utilidad académica como social al dar a conocer distintas alternativas al control de las malas hierbas que se puedan llevar a cabo.

Dado que este estudio se centra en el cultivo de olivos de secano, es posible aplicar estas alternativas a otros cultivos leñosos de gran importancia en Aragón como son el almendro, melocotonero, vid, etc., considerando que la aplicación de los herbicidas es similar a la de los olivos.

Las causas que me han llevado a realizar el presente Trabajo de Fin de Grado son varias. En primer lugar, el cultivo del olivo me es cercano, ya que en mi familia se cultiva este leñoso y se ostenta la gerencia de la Almazara de aceite donde se recogen las olivas procedentes de toda el área de estudio para obtener posteriormente aceite de oliva.

En segundo lugar, el área de estudio del trabajo se sitúa en mi localidad de origen (Castellote, Teruel) por lo que es interesante valorar el impacto económico que supone el cambio de técnicas de mantenimiento del suelo, realizando los cálculos con datos reales y aplicando los conocimientos adquiridos durante mi formación académica a una situación vinculada a mi entorno.

Además, los resultados obtenidos pueden ayudar a la toma de decisiones de agricultores que no conocían algunas de las técnicas de mantenimiento del suelo que se proponen en este trabajo.

El resto del documento se organiza como sigue: en el segundo capítulo se presenta la metodología, el marco teórico del trabajo y las fuentes de datos, mientras que en el tercer capítulo se realiza el trabajo de investigación en el que lleva a cabo el análisis de los distintos costes según las alternativas, finalizando con el cuarto capítulo en el que se presentan las conclusiones del presente trabajo.

2. METODOLOGÍA Y FUENTES DE DATOS.

2.1 Área de estudio.

Para llevar a cabo el estudio aplicado, se han tomado datos de una explotación agrícola de olivo de secano de una hectárea situada en el término municipal de Castellote (Teruel), una localidad cuyo término municipal se encuentra acogido a la D.O. Aceite del Bajo Aragón, pero que no forma parte de los productores de aceite de oliva del Bajo Aragón (Aceite del Bajo Aragón, 2017).

En cuanto a las características de la finca de estudio, esta se encuentra dividida en tres zonas o bancales (ya que se localiza en una pendiente inclinada), por lo que nos encontramos tres subdivisiones de la misma. Los olivos localizados en esta finca ascienden a 60, con una media de edad de más de cincuenta años, por lo que son considerados olivos adultos. La variedad de los olivos es empeltre (variedad más común que se encuentra en la localidad).

Actualmente, esta finca se gestiona según la agricultura convencional, en la que se lleva a cabo cuatro veces al año actividades de laboreo y no se lleva a cabo control de las malas hierbas con herbicidas.

2.2 Variables consideradas.

Para llevar a cabo el análisis económico se define un escenario base, en el que la gestión de la explotación se lleva a cabo mediante el control de la maleza con el uso de herbicidas químicos cuyo activo principal es el glifosato. Posteriormente, se definirán varios escenarios alternativos al uso de este herbicida.

En el escenario 1 se calcula el coste de mantenimiento del uso del suelo con herbicidas alternativos, mientras que en el escenario 2 se analiza el coste la agricultura convencional. En el escenario 3, se lleva a cabo el cálculo del coste con el laboreo mínimo, y finalmente en el escenario 4, se calcula el coste de la cubierta vegetal espontánea y sembrada.

Las variables consideradas para realizar el cálculo de costes se distinguen entre costes directos y costes indirectos. Estos costes se medirán en euros por hectárea para homogeneizar resultados y ayudar a una mejor comparación.

Los costes directos recopilados son el coste de la maquinaria utilizada en cada escenario, la mano de obra contratada para realizar las actividades y los herbicidas utilizados para el control de las malas hierbas. En el caso de realizar cubierta vegetal sembrada, se deben considerar el coste de la compra de las semillas y los posibles abonos o fertilizantes utilizados para su correcto crecimiento.

El principal coste directo considerado es la maquinaria agrícola utilizada, que incluye tanto el tractor como los distintos aperos que se utilizan (arado, sembradora...) así como

la maquinaria menor (desbrozadora manual). Estos costes están compuestos por la compra de la maquinaria, y los gastos de mantenimiento de la maquinaria, como son las reparaciones realizadas en caso de averías, los aceites y lubricantes necesarios para su óptimo funcionamiento, el combustible necesario para su funcionamiento, etc.

Respecto a la mano de obra, las tareas que se realizan en todos los escenarios son realizadas por un empleado, en euros por horas.

En cuanto al coste de los herbicidas, se deben distinguir aquellos herbicidas cuyo principio activo es el glifosato, y por otro lado, los herbicidas alternativos que carecen de ese principio activo, existiendo grandes diferencias en los posibles herbicidas a utilizar.

El coste de las semillas se aplicará a las semillas utilizadas en el escenario en el que se usa cubierta vegetal sembrada.

Como costes indirectos se incluyen la amortización de la maquinaria, intereses y gastos financieros, pago de cuotas de seguro, impuestos derivados de la actividad realizada a la Seguridad Social y Hacienda.

Los costes de la maquinaria que se van a calcular a continuación se dividen entre costes de adquisición y amortización principalmente y los costes variables de gasóleo clase B para maquinaria agrícola y otros costes de mantenimiento y reparación.

Para realizar el cálculo de los costes de la maquinaria, se parte de un tractor John Deere modelo 2650 de tracción de 2 ruedas de 70 CV, con una antigüedad de 20 años (adquirido en 1996), por lo que se trata de un tractor cuya antigüedad se encuentra en la actualidad dentro de la media de edad de la mayoría de los tractores en Aragón (Gil, 2012), con un coste de adquisición de 20.000€ y una vida útil de 25 años, y que realiza un trabajo de 500 horas al año.

Para realizar el cálculo aproximado de los costes de tractor en horas por hectárea, se han utilizado las hojas de cálculo de Excel de (Barrio, 2012) donde se han introducido los datos relativos a la potencia del tractor, valor y año de adquisición, horas de trabajo al año, y precio del combustible y lubricante, con una media del precio del gasóleo de clase B en España en 2015 de 0,72€/l y 2,38€/l respecto al precio del lubricante.

En total, el coste aproximado por hora del uso de este tractor asciende a 17,91€/hora, con un coste anual de 8.954,69€/año (estos costes elevados se deben a la antigüedad de la maquinaria).

De este cálculo, se obtiene que los gastos por combustible ascienden a 9,26€/hora, debido a que por hora se emplean 12,86 litros, por lo que en el año los costes por combustible ascienden a 4630,5€, por lo que estos gastos suponen más del 50% de los gastos que se incurren al usar el tractor.

Estos datos son concordantes con la previsión de costes de utilización de maquinaria agrícola que se ha consultado, (MAGRAMA, 2012).

En cuanto al coste de la pulverizadora, necesaria para realizar la aplicación de los herbicidas, el cálculo del coste se ha realizado también con las hojas de cálculo Excel de (Barrio, 2012), con un precio de adquisición de la maquinaria de 3.500 € y una antigüedad de 8 años, empleando 1,5 horas para llevar a cabo el tratamiento químico entre filas de los olivos, realizando esta tarea en días sin viento y respetando las bandas de seguridad que indica el fabricante del herbicida. El total por hora del pulverizador asciende a 7,76€/h, por lo que por hectárea supone 11,64€.

Respecto a los costes de la mano de obra que se necesita para realizar estas tareas, se ha consultado la resolución del 29 de septiembre de 2015 de las tablas salariales del año 2015 del convenio colectivo del sector agropecuario de la provincia de Teruel, siendo el coste por día de un operario de 28,41 euros, por lo que el coste por hora asciende a 3,55€, sin embargo, en la zona el precio por hora que se paga a un operario asciende a 7,5€/hora, por lo que se ha seleccionado este.

La Tabla 2.2.1 muestra los costes de maquinaria y mano de obra empleados para llevar a cabo las operaciones de todos los escenarios que se consideran medidos en horas, si bien en cada escenario se llevará a cabo un análisis pormenorizado de la maquinaria específica utilizada en el mismo.

Tabla 2.2.1: Costes horarios de maquinaria y mano de obra utilizada en los escenarios a estudiar.

	Precio hora (€/h)
Tractor John Deere 2650 70 CV	17,91
Pulverizador	7,76
Coste mano de obra	7,50
Cultivador 9 brazos	3,74
Coste labor bajo copa	5,73
Desbrozadora manual	4,80
Desbrozadora en línea	7,67
Sembradora	9,34

Para conocer con exactitud los herbicidas que se pueden aplicar en los olivos, así como las cantidades recomendadas, de vital importancia para que el tratamiento se lleve a cabo con éxito, en (Boletín fitosanitario de avisos e informaciones, 2016) se indican los tipos de herbicidas (persistentes, foliares o mixtos) que se recomiendan usar en el olivo en Aragón, que coinciden en gran parte con los trabajos de (Pastor, *et al* 2001), (Pastor y Saavedra, 1994) y (Pastor y Castro,1996), si bien todos los productos que indicamos forman parte del Registro de Productos Fitosanitarios autorizados por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente para el año 2016.

2.3. Escenarios.

- Escenario Base.

Los herbicidas que se aplican en olivo se deben aplicar solo en dos momentos del año (a diferencia de otros cultivos leñosos como la vid o el almendro que se aplican tres veces); los herbicidas de preemergencia, que se aplican en invierno antes de la recogida

del fruto, y los de post-emergencia, cuya aplicación tiene lugar en primavera, aplicándose únicamente una vez el tratamiento, y sin que se aplique sobre oliva ya caída.

La Tabla 2.3.1 señala los tratamientos que se llevan a cabo. El tratamiento que se aplica en invierno (herbicidas foliares que se aplican sin tocar las partes verdes del cultivo) está compuesto por glifosato 18% + MCPA 18%, que controla las malas hierbas perennes, siempre que la plantación tenga más de cuatro años y con las dosis y la concentración que indica el fabricante para este tipo de cultivos, que no supera los 6 litros por hectárea. Se ha escogido el herbicida Agrofit, a un precio de 7,50€/l, con una dosis recomendada para olivos de 4 litros por hectárea.

En cuanto al tratamiento que se aplica en primavera, hay dos opciones. La primera de ellas es una mezcla de diflufenican y glifosato (con una formulación de diflufenican 4% y glifosato 16%), de Mohican Energy, recomendado para el control de gramíneas y dicotiledóneas en olivo sin superar la aplicación de 7 litros por hectárea, con un precio de 10,80€/litro.

La segunda opción es el uso de glifosato al 36% de Spachem, con una dosis recomendada de uso de 3 litros por hectárea y a un precio de 5,92€/l.

Debido a la diferencia de precio en cuanto a los tratamientos a aplicar en primavera, se ha optado por el uso de glifosato al 36%.

Por lo tanto, una vez conocidos los herbicidas que se van a aplicar en el escenario base, así como sus dosis y precios de los mismos, se va a proceder al cálculo total de la realización de un tratamiento en primavera y otro en invierno usando para ello los costes de maquinaria, mano de obra, etc. que han sido calculados previamente.

En la Tabla 2.3.1 se ha calculado el coste de la dosis necesaria de los posibles herbicidas a usar en una hectárea. Respecto a la dosis recomendada por los fabricantes, estas oscilan entre los 3 y 6,5 litros de producto por cada hectárea en la que se aplique, siendo necesarios unos 300 litros de agua para su correcta aplicación.

Tabla 2.3.1: Tratamiento de glifosato para aplicar en invierno y primavera.

Fecha	Producto y formulación	Nombre comercial	Dosis l/ha	Precio (€/l)	TOTAL (€/ha)
--------------	-------------------------------	-------------------------	-------------------	---------------------	---------------------

Invierno	Glifosato 18%+ MCPA 18%	Agrofit	4	7,5	30
Primavera	Glifosato 36%	Spachem	3	5,92	17,76

- Escenario 2: Herbicidas alternativos.

En este escenario se eliminar el uso de glifosato y se sustituye por herbicidas alternativos que no contengan ese compuesto. Para conocer los tratamientos alternativos al glifosato, se ha consultado nuevamente el Boletín fitosanitario de avisos e informaciones (2016) y (Pastor Muñoz-Cobo y Vega, 2005) que recomiendan herbicidas muy similares.

Como en el caso anterior, se deben realizar dos tratamientos al año, uno en primavera y otro en invierno. Las recomendaciones que se establecen para evitar que aparezcan poblaciones resistentes a los herbicidas, es que no se usen herbicidas que tengan el mismo modo de acción.

En la Tabla 2.3.2 se proponen los tratamientos alternativos al glifosato, distinguiendo entre los tratamientos de invierno y primavera.

De las alternativas seleccionadas para aplicar los tratamientos en primavera, están fluroxipir 20%, diflufenican 4%+oxifluorfen 15% y flumioxazin 50%, que a pesar de tener una dosis recomendada menor que los tratamientos compuestos por glifosato, se observa que el precio por litro es superior al de glifosato.

Para los tratamientos alternativos de invierno hay varias opciones, como el glufosinato de amonio 15%, diquat y amitrol 24% +tiocianato amónico 21%, si bien como en el caso anterior, el precio por litro es superior al de los tratamientos compuestos por glifosato.

La selección que se ha realizado ha sido, en el caso del tratamiento de primavera, fluroxipir 20% con un precio de 20,68€/l.

Para el tratamiento de invierno, se ha optado por diquat, con un precio por litro de 27,18€/l, ya que se trata de la alternativa más económica y eficaz.

Tabla 2.3.2: Tratamientos alternativos en invierno y primavera.

Fecha	Producto y formulación	Nombre comercial	Dosis l/ha	Precio (€/l)
Invierno	Glufosinato de amonio 15%	Finale (Bayer)	4	19,80
Invierno	Diquat	Reglone	1,5	27,18
Invierno	Amitrol 24% +Tiocianato amónico 21%	ETIZOL TL-Nufarm Xn	5	9,46

Primavera	Fluroxipir 20%	Ester metilheptil	1,5	20,68
Primavera	Diflufenican 4%+Oxifluorfen 15%	Athabel	2	17,12
Primavera	Flumioxazin 50%	Pledge	0,6	172

- Escenario 3. Mínimo laboreo.

Esta técnica consiste en la realización de labores superficiales sobre la finca dos veces al año entre filas (verano y antes de la recolección), atendiendo al trabajo de Pastor y Castro (1996), junto a la aplicación de un control químico dos veces al año bajo copas, por lo que se ha optado por usar el tratamiento alternativo que hemos seleccionado, que consiste en los herbicidas fluroxipir y diquat.

- Escenario 4: Agricultura convencional.

En la agricultura convencional, se realizan cuatro veces al año actividades de laboreo entre filas, y una vez al año, laboreo bajo copas del olivo.

En cuanto al tiempo que se necesita para labrar una hectárea, este se ha calculado en 2 horas, ya que hay que contar también el tiempo que se invierte en trasladar el tractor de bancal, ya que la explotación se encuentra en una finca dividida en tres partes.

Para conocer el coste del labrado realizado entre filas, es necesario conocer además del coste del tractor, el coste del arado usado para realizar estas tareas. En este caso, se trata de un cultivador de 9 brazos de 10 años de antigüedad, con un precio de adquisición de 2.000€ y 15 años de vida útil, por lo que aplicando las hojas Excel de (Barrio, 2012) el coste asciende a 3,74€/hora.

Una vez al año (antes de la recogida del fruto) se lleva a cabo el laboreo bajo las copas de los olivos mediante un apero rotativo, ya que en estas zonas no se ha podido llevar a cabo de manera precisa el laboreo previamente con el cultivador. La duración de realizar esta tarea asciende a 1,5 horas por hectárea.

Para calcular el coste, este también se ha realizado con las hojas Excel de Barrio Díez (2012), partiendo de una desbrozadora manual de mochila cuyo coste ha ascendido a 900 euros y fue adquirida en el año 2011 (6 años de antigüedad), con 2,7 CV y un consumo de 1,2 litros/hora, con un coste del precio de la gasolina 95 en el año 2015 en España de 1,228€/l (MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO, 2015), por lo que por 1,5 horas, se consumen 1,8 litros de gasolina, siendo los costes totales de esta 4,80€/hora.

En una explotación de agricultura convencional las labores de laboreo dependen de las precipitaciones que haya habido, pero por lo general se realizan cuatro veces al año, mientras que la realización del desbroce manual se realiza solo una vez al año antes de la recogida del fruto, por lo que para calcular el total de las actividades de laboreo en esta modalidad, se deberá multiplicar por cuatro los costes del laboreo.

- Escenario 5. Cubiertas vegetales.

Dentro de este escenario, se van a considerar dos opciones: cubierta vegetal espontánea y cubierta vegetal sembrada.

Cubierta vegetal espontánea: En esta alternativa, en la calle del olivo no se realiza ninguna labor sobre el suelo y se permite el nacimiento de hierbas, que mantienen la cobertura vegetal sobre el suelo hasta el mes de marzo, aproximadamente, cuando estas hierbas comienzan a competir en la absorción de agua con los olivos.

En ese momento se procede a eliminarlas mediante un control químico (herbicidas) o mediante siega mecánica, además de llevarlo a cabo una vez más si se realiza control químico, y dos veces más si se lleva a cabo mediante siega mecánica.

La zona bajo copa del olivo se mantiene libre de maleza, por lo que se lleva a cabo un control de estas con la ayuda de una desbrozadora manual tres veces al año.

En este caso se calcula el coste total llevando a cabo una siega mecánica mediante desbrozadora entre líneas bajo copas tres veces al año.

La desbrozadora entre líneas, tiene un coste inicial de 2.500€, adquirida en 2011 con una vida útil de 15 años, y el tiempo necesario para llevar a cabo estas tareas en una hectárea son de 2 horas, y al realizar el cálculo por hectárea con la ayuda de la hoja Excel de (Barrios, 2012), el coste asciende a 7,67€/hora.

Respecto a la desbrozadora de mano bajo copas, esta tiene un coste de 950€ con una potencia de 2,5 C.V., una antigüedad de 3 años y una vida útil de 10 años, por lo que según la hoja Excel de (Barrios, 2012), el coste asciende a 4,80€.

Cubierta vegetal sembrada: En el caso de que se lleve a cabo el control de mantenimiento del suelo con esta técnica, para los olivos de secano se recomienda la siembra de gramíneas, (Saavedra *et al*, 2015), ya que generan una mejor cobertura del suelo aunque requieren de abonado para su óptimo crecimiento. Para ello se precisa una sembradora, y posteriormente aplicar una rastra para poder enterrar la semilla. Esta técnica es recomendada para cuyos suelos se encuentren muy erosionados.

Además de llevar a cabo la siembra, es necesario mantener la zona bajo copa libre de malas hierbas, por lo que es necesario llevar a cabo dos pases con la desbrozadora manual dos veces al año.

Estas cubiertas se mantienen hasta que comienzan a competir por el agua con los olivos en abril, fecha en la que se tiene que realizar, o bien siega química realizada con herbicidas, laboreo convencional, o por siega mecánica llevada a cabo por una maquinaria específica.

Para calcular el coste del uso de la sembradora en una hectárea, se parte de un precio de adquisición de una sembradora mecánica de línea de cereal por 5.000€, con una vida útil estimada de 15 años y adquirida en el año 2009. Dado que se trata de una sembradora de línea, esta abre el surco donde posteriormente deposita la semilla, finalizando la operación al enterrar la semilla con una reja que tiene incorporada, por lo que con esta sembradora no es necesario aplicar posteriormente una rastra para enterrar las semillas, por lo que de esta manera se reducen las actividades realizadas así como el ahorro de combustible al no tener que llevar a cabo dos tareas con el tractor.

El tiempo estimado en realizar la siembra en una hectárea es de una hora, por lo que al realizar el cálculo por hectárea de usar esta sembradora con la ayuda de la hoja Excel de (Barrios, 2012) se trata de un coste de 9,34€/h.

Una especie de gramínea que se puede seleccionar para sembrar es la cebada, (*Hordeum vulgare*), un cereal de invierno cuya dosis aproximada de semillas a utilizar es de 50 kilos por hectárea, con un precio aproximado de 0,50€/kg, por lo que el coste de las semillas es de 25€/ha.

3. RESULTADOS.

3.1 Escenario base.

Para el tratamiento con herbicida glifosato, es necesario realizar un tratamiento de invierno y un tratamiento de primavera. El tratamiento de invierno está compuesto de glifosato 18% y MCPA 18%, de la marca MCGL05, con un precio de 7,5€/l con una

aplicación de 4 litros de producto por cada hectárea. El tratamiento de primavera lo compone la aplicación de Glifosato 36% con una dosis de 3 litros por cada hectárea.

En la Tabla 3.1.1 se indica el coste total del tratamiento herbicida base en una hectárea con los costes de maquinaria y mano de obra que han sido calculados, que asciende a un total de 147,27€.

Tabla 3.1.1: Coste total tratamiento herbicidas en una hectárea en un año:

	Precio hora (€/h)	Nº horas (h/ha)	Coste por hectárea (€/ha)	Nº de veces que se realiza la actividad	TOTAL (€/ha)
Tractor	17,91	1,5	26,87	2	53,73
Pulverizador	7,76	1,5	11,64	2	23,28
Coste mano de obra	7,5	1,5	11,25	2	22,5
Glifosato 18%+ MCPA 18%			30	1	30
Glifosato 36%			17,76	1	17,76
TOTAL					147,27€

3.2 Escenario 1: Herbicidas alternativos.

En cuanto a los tratamientos alternativos al glifosato que se proponen, estos también se diferencian en tratamientos de invierno y de primavera.

La selección que se ha realizado ha sido, en el caso del tratamiento de primavera, Fluroxipir 20% con un precio de 31,02€/ha.

Para el tratamiento de invierno, se ha optado por Diquat, con un precio por litro de 27,18€, que requiere una dosis de 1,5 litros, por lo que su coste asciende a 40,77€/ha.

Como se ha realizado anteriormente para el cálculo de los costes totales de tratamiento herbicida, en la Tabla 3.2.1 se va a calcular el coste total con los herbicidas alternativos, con los costes de maquinaria y mano de obra calculados previamente.

El coste total del tratamiento con herbicidas alternativos asciende a 171,30€, frente a 147,27€ del tratamiento con glifosato.

Tabla 3.2.1: Coste total uso herbicidas alternativos por hectárea:

	Precio hora (€/h)	Nº horas (h/ha)	Coste por hectárea (€/ha)	Nº de veces que se realiza la actividad	TOTAL (€/ha)
Tractor	17,91	1,5	26,87	2	53,73
Pulverizador	7,76	1,5	11,64	2	23,28
Coste mano de obra	7,5	1,5	11,25	2	22,5
Fluroxipir 20%			31,02	1	31,02
Diquat			40,77	1	40,77
TOTAL					171,30

3.3. Escenario 2: Laboreo mínimo.

En este escenario, se combina realizar tareas de laboreo dos veces al año con el tratamiento de herbicidas alternativos que se lleva a cabo también dos veces al año, si bien en este escenario el herbicida se aplica solo bajo la copa de los árboles, no entre líneas. La cantidad de los productos a aplicar se reducen a la mitad del tratamiento alternativo realizado, mientras que las actividades que se deben realizar suponen una hora.

Por lo tanto en la Tabla 3.3.1 se muestra el coste total del mínimo laboreo, con los costes de maquinaria y mano de obra calculados en la Tabla 3.3.1, y con los herbicidas

alternativos considerados finalmente en la Tabla 3.1.2 (Fluroxipir 20% y Diquat). El coste total de este escenario asciende a 217,42€.

Tabla 3.3.1: Coste del laboreo mínimo en una hectárea de olivo.

	Precio hora (€/h)	Nº horas (h/ha)	Coste por hectárea (€/ha)	Nº de veces que se realiza la actividad	TOTAL (€/ha)
Tractor	17,91	2 (laboreo)	35,82	2 laboreo	71,64
		1 (herbicida)	17,91	2 herbicida	35,82
Pulverizador	7,76	1	7,76	2	15,52
Vibrocultivador brazos	3,74	2	7,48	2	14,96
Coste mano de obra	7,5	3	22,5	2	45
Fluroxipir 20%			14,19	1	14,09
Diquat			20,39	1	20,39
TOTAL					217,42

3.4. Escenario 3: Agricultura convencional.

En este caso, no se aplica ningún tratamiento compuesto por herbicidas en la superficie, sino que se lleva a cabo el laboreo del suelo cuatro veces al año.

Por lo tanto, ya se puede proceder a calcular el coste que supone realizar tareas de laboreo cuatro veces al año en una explotación de una hectárea de olivo con una duración del laboreo de dos horas, a lo que se tiene que añadir el coste del cultivador,

por el mismo periodo de tiempo, el laboreo bajo copas realizado una vez al año y la mano de obra empleada para realizar estas actividades, con el coste calculado previamente en la Tabla 3.3.1.

Finalmente, la Tabla 3.4.1, muestra los cálculos del coste por hectárea de llevar a cabo todas las actividades cuatro veces al año, por lo que el total asciende a 253,05€.

Tabla 3.4.1: Costes por hora y hectárea de la realización de la actividad de laboreo entre líneas y bajo copas.

	Precio por hora (€/h)	Nº horas (h/ha)	Precio por hectárea (€/ha)	Nº de veces que se realiza la actividad	Coste final (€/ha)
Tractor	17,91	2	35,82	4	143,28
Cultivador 9 brazos	3,74	2	7,48	4	29,92
Coste mano de obra	7,5	2	15	4	60
	7,5	1,5	11,25	1	11,25
Coste labor bajo copa	5,73	1,5	8,60	1	8,60
TOTAL					253,05

3.5. Escenario 4: Cubierta vegetal.

En este último escenario, se consideran dos alternativas: la cubierta vegetal espontánea y la cubierta vegetal sembrada.

En la cubierta vegetal espontánea, el control de las malas hierbas se va a llevar a cabo mediante un control mecánico de las malas hierbas. Para ello, se toman los costes de la maquinaria general y específica requerida para este escenario, que se encuentran recogidos en la Tabla 2.2.1 y detallados en el punto 2.3.

De este modo, la Tabla 3.5.1 muestra los resultados de coste para esta primera alternativa de cubierta vegetal, que asciende a 253,83€.

Tabla 3.5.1: Coste de la cubierta vegetal espontánea mecánica en una hectárea de olivo.

	Precio hora (€/h)	Nº horas (h/ha)	Coste por hectárea (€/ha)	Nº de veces que se realiza la actividad	Coste (€/ha)
Tractor	17,91	2	35,82	3	107,46
Coste mano obra	7,5	1,5	11,25	3	33,75
	7,5	2	15	3	45
Desbrozadora manual	4,80	1,5	7,2	3	21,60
Desbrozadora en línea	7,67	2	15,34	3	46,02
TOTAL					253,83

Si se opta por llevar a cabo el control de las malas hierbas por métodos químicos, se procede a sustituir la desbrozadora en línea por el tratamiento de herbicidas alternativos que se lleva a cabo en el Escenario 1 con los costes asociados a este, por lo que la cubierta vegetal espontánea con control químico ascendería a 226,05€/ha.

Para finalizar, se va a calcular el coste para la alternativa de cubierta vegetal sembrada, en la que se lleva a cabo una siembra de gramíneas en el suelo y posteriormente el control de estas hierbas cuando compiten por agua con los olivos, son tratadas mediante una siega mecánica. Para llevar a cabo el cálculo de los costes, se toma los costes de la maquinaria general, y la maquinaria específica para este escenario, como la sembradora y las desbrozadoras utilizadas, con el cálculo del coste por hora previamente calculado. La Tabla 3.5.2 indica el coste de esta última alternativa, que asciende a 313,18€.

Tabla 3.5.2: Coste de la cubierta vegetal sembrada en una hectárea de olivo.

	Precio hora (€/h)	Nº horas (h/ha)	Coste por hectárea (€/ha)	Nº de veces que se realiza la actividad	Coste (€/ha)
Tractor	17,91	1	17,91	1	17,91
	17,91	2	35,82	3	107,46
Sembradora	9,34	1	9,34	1	9,34
Coste semillas			25		25
Coste mano de obra	7,5	1	7,5	1	7,5
	7,5	1,5	11,25	3	33,75
	7,5	2	15	3	45
Desbrozadora manual	4,80	1,5	7,2	3	21,60
Desbrozadora en línea	7,67	2	15,34	3	46,02
TOTAL					313,58

3.6. Valoración global de resultados.

Tabla 3.6.1: Costes totales de los escenarios con el incremento respecto a la base.

	Coste total (€/ha)	Incremento respecto a base (€/ha)	% respecto a base
Escenario base	147,27	-	100
Herbicidas alternativos	171,30	24,03	116

Laboreo mínimo	217,42	70,15	148
Agricultura convencional	253,05	105,78	172
Cubierta vegetal espontánea (mecánico)	253,83	106,56	172
Cubierta vegetal espontánea (químico)	226,05	78,78	153
Cubierta vegetal sembrada	313,58	166,31	213

La Tabla 3.6.1 señala el incremento del coste de cada escenario respecto al escenario base y el porcentaje respecto a esta.

Por lo tanto, estas tablas muestran que en caso de prohibición del herbicida glifosato para el control de malas hierbas en cultivos de olivo de secano, la mejor alternativa a tomar es el uso de herbicidas alternativos al glifosato, ya que es la opción que menos incrementa los costes respecto al escenario base para el consumidor, con un incremento de 24,03€ por hectárea. En segundo lugar, la mejor alternativa es el laboreo mínimo, con un incremento de 70,15€, seguida de la agricultura convencional con un aumento de 105,78€, situándose muy cerca en cuarto lugar la cubierta vegetal espontánea con un aumento de 106,56€, si bien si se trata del control químico esta diferencia es menor, de 78,78€. En último lugar, se encuentra la cubierta vegetal sembrada, con un coste superior de 166,31€.

Tabla 3.6.2: Costes totales de los escenarios desagregados.

(€/ha)	Escenario base	Tratamientos con herbicidas alternativos	Laboreo mínimo	Agricultura convencional	Cubierta vegetal espontánea	Cubierta vegetal sembrada
Coste tractor	53,73	53,73	107,46	143,28	107,46	125,37
Coste mano obra	22,5	22,5	45	71,25	78,75	86,25
Coste pulverizador	23,28	23,28	15,52	-	-	-
Coste herbicida	47,76	71,79	34,48	-	-	-
Coste cultivador	-	-	14,96	29,92	-	-
Coste labor bajo copa	-	-	-	8,60	-	-
Coste	-	-	-	-	21,60	21,60

desbrozadora manual						
Coste desbrozadora en línea	-	-	-	-	46,02	46,02
Coste sembradora	-	-	-	-	-	9,34
Coste semillas	-	-	-	-	-	25
TOTAL	147,27	171,30	217,42	253,05	253,83	313,58

Una vez obtenidos estos resultados, en la Tabla 3.6.2 se aprecia mejor cada uno de los costes desagregados por cada una de las alternativas.

En cada una de las alternativas, el grueso del coste de mantenimiento del suelo corresponde al tractor, por lo que la alternativa escogida por ser la económicamente más eficiente también es la que menos maquinaria agrícola incurre para su mantenimiento, lo que es un dato positivo, ya que esto supone una reducción en las emisiones de CO₂ a la atmósfera al reducir el uso de combustibles fósiles. Otro dato positivo del uso menor de maquinaria agrícola, en especial las relativas a las labores que se realizan en el suelo que se persiguen con la agricultura de conservación es evitar la pérdida de agua en el suelo debido a la protección que realizan las plantas o los residuos vegetales en la superficie, aumentando la materia orgánica que se presenta. A su vez, disminuye la fuerza del impacto del agua, evitando la formación de costras superficiales. Estas costras indican que el suelo se encuentra degradado, por lo que se limita la infiltración del agua en la superficie, aumentando la pérdida del suelo, (Rodríguez *et al*, 2007).

Uno de los problemas que conlleva la agricultura convencional es la erosión del suelo, debido a la mecanización y continuo laboreo que acelera la degradación e incluso la desertificación de los suelos.

En el caso de que el laboreo se realice con un suelo demasiado seco, al voltear la tierra se producen terrones de gran tamaño, que requieren para su completa eliminación la

realización de otro pase. Ya que estas actividades se llevan cuatro veces al año, el consumo de combustible es mayor que otras técnicas, además del aumento de emisiones de CO₂ a la atmósfera. Relacionado con el mayor número de veces que la maquinaria pasa por el terreno, esta maquinaria ejerce presión sobre el suelo, compactando su superficie. El no mantener ningún tipo de cubierta vegetal sobre el terreno supone que la biodiversidad en el suelo se ve reducida.

Además, con esta renovación parcial hay que tener en cuenta el impacto medioambiental que supondría retomar las actividades de laboreo (incremento de la emisión de CO₂ a la atmósfera, combustibles fósiles, erosión del suelo, etc.) y una repercusión en la subida de los precios de los productos agrícolas, al incrementarse el coste de mantenimiento de los suelos de los cultivos.

Los resultados calculados se han obtenido bajo la hipótesis de que los herbicidas alternativos usados son igual de eficientes que el glifosato a la hora de acabar con las malas hierbas con las dosis que se usan. No se conoce con total seguridad que estas alternativas sean igual de eficientes que el glifosato, además de no estar exentas de impacto ambiental. La sustitución del glifosato por herbicidas alternativos no elimina los problemas que se asocian al glifosato, sino que además incrementa los costes de mantenimiento del suelo como se ha observado en los resultados y no reduce los impactos medioambientales.

Para realizar un cálculo global del coste de la prohibición del glifosato en la superficie de olivo de Aragón, se toma el número de hectáreas dedicadas al no laboreo de olivo en esta Comunidad Autónoma (690), y se toma la alternativa económicamente más ventajosa para el agricultor, que es el tratamiento con herbicidas alternativos, o bien por el laboreo mínimo, siendo la tercera opción el laboreo convencional, y por último, el uso de cubiertas vegetales.

Si se lleva a cabo el cambio a los tratamientos herbicidas alternativos, el coste económico para la comunidad asciende a más de 16.580€, mientras que si se opta por el cambio al laboreo mínimo el coste aumenta a 48.400€. En el caso de que se opte por la agricultura convencional, no solo se debe tener en cuenta el aumento del coste de 72.980€, sino que se incurre en un cambio de técnicas de mantenimiento del suelo al pasar de la agricultura de conservación a la agricultura convencional, con el incremento

en el uso de la maquinaria y combustible que supone. En último lugar, si se opta por la cubierta vegetal sembrada, el coste asciende a más de 114.700€. En total, la suma ascendería a 252.600€.

En el caso de un cambio en las técnicas de cultivo del laboreo mínimo con 39.865 ha en Aragón (la técnica más usada en el cultivo del olivo) a la agricultura convencional, el incremento sería de más de 1,42 millones de euros en todo el territorio aragonés.

4. CONCLUSIONES.

-La resolución de la UE de permitir el uso del glifosato en Europa solo siete años más en lugar de los quince habituales, puede desembocar en que la renovación que se tenga que practicar dentro de siete años no se lleve a cabo, es decir, que se prohíba el uso del herbicida glifosato por parte de la UE, debiendo llevar a cabo un cambio a herbicidas alternativos o a un cambio en el modo de mantenimiento del suelo.

- La opción económica más ventajosa para el agricultor en caso de no usar glifosato es optar por el uso de herbicidas alternativos, seguido por el laboreo mínimo, la agricultura convencional, y en último lugar, las cubiertas vegetales, siendo la más cara de ellas la cubierta vegetal sembrada.

-Los tratamientos herbicidas alternativos que se proponen elevan el coste de control las malas hierbas del suelo un 16% respecto al escenario base, si bien estos herbicidas alternativos solo se aplican dos veces al año, ya que si estos herbicidas fueran menos efectivos que el herbicida utilizado en el escenario base y se tuviera que incrementar su uso, el coste también se incrementaría. El uso del laboreo mínimo como segunda alternativa incrementa el coste un 48% y la agricultura convencional un 72% respecto al escenario base, al igual que la cubierta vegetal espontánea. La opción menos ventajosa económicamente es la cubierta vegetal sembrada, que incrementa el coste un 113% respecto al escenario base.

-Las dos alternativas económicamente más ventajosas pertenecen a la agricultura de conservación y no implican un cambio de técnicas de conservación del suelo. Sin embargo, el posible cambio mínimo laboreo y a la agricultura convencional (la tercera opción) implica tanto un cambio en las técnicas usadas, con un aumento en el uso de la

maquinaria y combustibles, que repercute en un incremento de la emisión de CO₂ a la atmósfera y la erosión del suelo al realizar labores sobre la superficie.

-El coste total que se incurriría en el cultivo de olivo en Aragón en el caso de la prohibición de glifosato respecto a todos los escenarios se estima en 252.660€.

-El menor coste del uso de técnicas de agricultura convencional respecto al uso de cubiertas vegetales puede poner en peligro a largo plazo estas técnicas de mantenimiento del suelo por ser económicamente menos ventajosas a pesar de las múltiples ventajas de estas sobre el suelo.

-Los resultados calculados en este trabajo indican que los cambios en la legislación afectan sensiblemente a la rentabilidad y forma de gestión de las explotaciones por parte de los agricultores, por lo que parece adecuado otorgar un periodo de adaptación, ya que el cultivo del 60% de los olivos de secano se lleva a cabo mediante la agricultura de conservación, y la prohibición del herbicida más usado puede originar un incremento en los costes de mantenimiento de los cultivos. Este aumento de costes puede repercutir en un aumento del precio de los productos que pagan los consumidores. Respecto a los costes medioambientales, un cambio en las técnicas de mantenimiento de los suelos a la agricultura convencional supondría un aumento de emisión de CO₂ a la atmósfera, así como una mayor erosión del suelo y pérdidas de agua.

-Los resultados se han obtenido considerando la misma eficiencia de los herbicidas alternativos respecto al glifosato con las dosis usadas, pero si las alternativas requieren para su óptimo resultado un incremento en las dosis o en las aplicaciones, se incrementa tanto el coste económico como medioambiental de estas alternativas, por lo que se tendría que considerar el uso de otro herbicida químico o un incremento en la maquinaria agrícola para obtener los resultados deseados.

5. BIBLIOGRAFÍA

AEAC, Asociación Española de Agricultura de Conservación (2015). Agricultura de Conservación. [<http://www.agriculturadeconservacion.org/>]. AEAC.SV. [Fecha de consulta: 28/12/2016].

ACEITE DEL BAJO ARAGÓN. Productores de aceite de oliva del Bajo Aragón. [http://www.aceitedelbajoaragon.es/denominacion_de_origen/index.php]. [Fecha de consulta: 7/3/2017].

AGENCIA DE INFORMACIÓN Y CONTROL ALIMENTARIOS (2017). Información de mercados, Aceite de oliva. [https://servicio.magrama.gob.es/InformacionMercado_Aica/InfMercadosAceite.aao?Aplc=IMA&OpcMenu=PROME&dato_de=PRODUCCION]. [Fecha de consulta: 6/4/2017].

AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA (2016). El Ayuntamiento de Zaragoza prohíbe el uso del glifosato en parques y zonas verdes. [http://www.zaragoza.es/ciudad/noticias/detalleM_Noticia?id=223786]. [Fecha de consulta: 2/1/2017].

BARRIO DÍEZ, J.J. (2012). Hoja de cálculo para la previsión de costes horarios y anuales de máquinas agrícolas. Dpto. Agricultura y Alimentación. Universidad de la Rioja. [<http://www.unirioja.es/dptos/daa/docencia/1011013costes.xls>]. [Fecha de consulta: 10/11/2016]

BOLETÍN FITOSANITARIO DE AVISOS E INFORMACIONES (2016): “Herbicidas en frutales, vid y olivo”. *Boletín fitosanitario de avisos e informaciones*, N°3 Enero-Febrero, páginas 2-6.

IDAE (2009): “Ahorro y eficiencia energética con agricultura de conservación”. *Ahorro y eficiencia energética en la agricultura*, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, N°12, páginas 17-20.

INFOAGRO (2016). El cultivo del olivo [<http://www.infoagro.com/olivo/olivo.htm>]. Infoagro Systems. [Fecha de consulta: 1/12/2016]

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (2015): “Evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides”. *IARC Monographs*, Vol. 112, páginas 1-2.

GIL MARTÍNEZ, M. (2012): “Empleo y costes de tractores en las explotaciones agrarias”. *Informaciones técnicas del Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón*, N°237, páginas 1-8.

MAGRAMA (2015): “Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos, ESYRCE”. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, Madrid.

MAGRAMA (2015): Aceite de oliva. Superficie y producción [http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/2014_02_27_datos_WEB_olivar-final_tcm7-318770.pdf]. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, Madrid. [Fecha de consulta: 23/12/2016].

MAGRAMA (2016): “Cuentas Económicas de la Agricultura (Renta Agraria: Macromagnitudes Agrarias)”. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, Madrid.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2012). Previsión de costes de utilización de la maquinaria agrícola [http://www.mapama.gob.es/ca/ministerio/servicios/informacion/MetodologiaCalculoCostes_tcm8-335942.pdf] Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, Madrid. [Fecha de consulta: 15/11/2016].

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2017). Mapa de los Aceites con Denominación de Origen Protegida. [http://www.alimentacion.es/es/turismo_agroalimentario/mapas_de_alimentos_con_calidad_diferenciada/boletin.pdf] Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, Madrid. [Fecha de consulta: 19/4/2017].

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO. Precios de carburantes y combustibles: comparación 2015-2014. [<http://www.minetad.gob.es/energia/petroleo/Precios/Informes/InformesAnuales/Inform>

esAnuales/informe-anual-precios-carburantes-2015.pdf] Ministerio de Industria, energía y turismo, Gobierno de España, Madrid. [Fecha de consulta: 29/10/2016].

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2008): “Agricultura de conservación”. *Inventario de tecnologías disponibles en España para la lucha contra la desertificación*. Nº2, páginas 1-4.

MONSANTO. ¿Qué es el glifosato? (2016). [http://www.monsanto.com/global/ar/productos/pages/que-es-el-glifosato.aspx] Monsanto Company. [Fecha de consulta: 27/12/2016].

RODRÍGUEZ LIZANA, A.; ORDÓÑEZ FERNÁNDEZ, R.; Y GIL RIBES, J. (2007): *Cubiertas vegetales en olivar*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla.

PASTOR, M.; CASTRO, J.; HUMADES, M.D.; y MUÑOZ, J. (2001): “Sistemas de manejo del suelo en olivar de Andalucía”. *Edafología, Revista de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo*, Vol. 8, Nº12, páginas 75-98.

PASTOR, M.; y CASTRO, J. (1996): “Sistemas de manejo del suelo en olivar”. *Revista agropecuaria*, Nº772, páginas 916-919.

PASTOR MUÑOZ-COBO, M. (1995): “El no-laboreo en el olivar: realidades y perspectivas”, *Revista Agricultura*, Nº759, páginas 851-852.

PASTOR, M.; y SAAVEDRA, M. (1994): “La flora del olivar y el uso de herbicidas”. *Revista agropecuaria*, Nº746, páginas 748-753.

PASTOR MUÑOZ-COBO, M.; y VEGA MACIAS, V. (2005) “Estado actual del control de las malas hierbas en olivar”. *Vida Rural*, Nº 218, páginas 46-52.

SAAVEDRA SAAVEDRA, M.; HIDALGO MOYA, J.; PÉREZ MOHEDANO, D.; e HIDALGO MOYA, J.C. (2015): “Guía de cubiertas vegetales en olivar”. *Revista Agricultura. Formación*. Junta de Andalucía, páginas 14-24.

U.S. Environment Protection Agency (EPA). (1993). [https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/pdf/0178fact.pdf] R.E.D Fact: Glyphosate. [Fecha de consulta: 7/2/2017].