

## Trabajo Fin de Grado

### Valoración del impacto económico de una especie invasora en Aragón

Autor

Jesús Biel Frontiñan

Directora

Yolanda Martínez Martínez

Facultad de Economía y Empresa  
2015

# INDICE

INFORMACIÓN Y RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. OBJETIVOS, MOTIVACIÓN Y RELEVANCIA SOCIAL.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	7
3. METODOLOGÍA Y FUENTES DE DATOS.....	9
3.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES ECONÓMICAS Y FUENTES DE DATOS.....	9
3.2. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS.....	12
4. RESULTADOS.....	13
4.1. ESCENARIO BASE.....	13
4.2. ESCENARIOS.....	17
4.2.1. Falsa siembra.....	17
4.2.2. Rotación 1. La alfalfa.....	18
4.2.3. Rotación 2. Trigo y alfalfa.....	20
4.2.4. Rotación 3. Cebada y girasol.....	22
4.2.5. Rotación 4. Guisante y girasol.....	26
4.2.6. Control manual o escarda manual.....	27
4.3. VALORACIÓN GLOBAL DE ESCENARIOS.....	29
4.4. VALORACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO TOTAL.....	32
5. CONCLUSIONES.....	36
6. BIBLIOGRAFÍA.....	38

## INFORMACIÓN Y RESUMEN

**Autor del trabajo:** Jesús Biel Frontiñan.

**Directora del trabajo:** Yolanda Martínez Martínez.

**Título del trabajo:** Valoración del impacto económico de una especie invasora en Aragón.

**Titulación a la que está vinculado:** Grado en Administración y Dirección de Empresas.

### **Resumen**

En este trabajo se hace una valoración del impacto económico que provoca la aparición de la especie invasora “Teosinte” en las explotaciones de maíz de Aragón. El objetivo del estudio es hacer una estimación de los costes privados y sociales que genera la especie invasora y evaluar económicamente las alternativas para su control.

Para ello se han recopilado datos de costes e ingresos de las zonas afectadas y se han seguido las indicaciones técnicas del Centro de Sanidad y Certificación Vegetal del Gobierno de Aragón, para el control y erradicación de la invasora.

Los resultados muestran el cálculo de pérdidas debidas a teosinte en función de distintos grados de afección de las parcelas, así como una clasificación de las distintas alternativas de control disponibles según su rentabilidad económica.

El trabajo confirma que las medidas propuestas por los técnicos son adecuadas desde un punto de vista económico y aporta una evaluación del coste social de las medidas de control llevadas a cabo hasta el momento.

## **Abstract**

The aim of this Project is to carry out a research about the impact's economic assessment produced by invasive species "Teosinte" on the corn cultivations. The scope of this project is to do an estimate about the social and private costs generated by the invasive species and to assess alternatives for its control from the economical point of view.

First, all the data and documentation about costs and revenues of the affected areas were collected and the indications of the center health and plant certification of Government of Aragón have followed.

The results show the calculation of losses due to teosinte as a function of different degrees of affection fields, as well as a classification of the various control alternatives based on economic profitability.

The project confirms that the measures proposed by technicians are appropriate from the economical point of view. And to contribute a social cost evaluation of control measures that have been carried out until now.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este estudio trata acerca de la afección de una especie invasora que se comporta como una mala hierba en un cultivo, y sobre el impacto económico que ésta produce en dicho cultivo. En la agricultura, las malas hierbas son perjudiciales para los cultivos y, por lo tanto, es importante tratar sobre ellas y establecer unas posibles soluciones para poder solventar diversos problemas que afectan al cultivo y al agricultor.

El “teosinte” o “teocintle” (*Zea Mays* ssp.) es una planta de la misma especie que el maíz, que recientemente ha aparecido en algunas parcelas de maíz de distintas poblaciones de Aragón. El teosinte es el ancestro silvestre del maíz, por lo que el maíz actual procede de la mejora y selección de un tipo de teosinte. El origen de esta especie es México, desde donde el maíz se distribuyó por todo el mundo a partir del descubrimiento de América. El teosinte representa un problema para los agricultores como mala hierba, es decir, compite por agua, nutrientes y luz, por lo que su aparición en los cultivos genera pérdidas en el rendimiento de los cultivos y económicas para los agricultores.

El problema que surge para diferenciar el teosinte con el maíz es que son plantas parecidas aunque poseen diferencias que se observan con un examen más detallado. La planta de teosinte puede alcanzar de dos a cuatro metros de altura, suele ser más ramificada que el maíz y en cada rama se produce un nuevo penacho y una o varias mazorcas. Las diferencias más apreciables entre ellas son el tamaño de las mazorcas, más pequeñas y estrechas que las del maíz, a la vez cada mazorca puede desarrollar varias espigas y sus semillas son de un tono más oscuro. Uno de los problemas del teosinte es que produce cuatro veces más semillas que la planta del maíz y esto facilita la dispersión y la infestación de los cultivos. En la imagen 1.1. podemos observar las diferencias en el aspecto de las mazorcas y la planta del maíz y el teosinte.

Imagen 1.1.Diferencias entre las mazorcas y planta del maíz y el teosinte.



Fuente. Pardo *et al*, 2014.

Otro problema desde el punto de vista económico es la reducción del beneficio del agricultor, esto es debido a la pérdida de rendimiento del maíz a causa de la presencia del teosinte. Por último, la aparición de esta mala hierba también causa un coste para la sociedad, derivado de los costes de control y erradicación de la especie invasora que no son soportados por el agricultor.

En Aragón, se comienza a saber de esta mala hierba a través de una consulta en el Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (CSCV) del Gobierno de Aragón realizada por un agricultor de Bujaraloz (Zaragoza), a mediados de agosto del año 2014. Éste detecta una planta similar a la planta del maíz, pero con diferencias apreciables a la vista y propiedades que no se asemejan a la planta del maíz, por lo que el agricultor decide consultarlo en el CSCV y saber de qué especie se trata.

Los técnicos del Gobierno de Aragón, creen que las infestaciones iniciales pudieron comenzar años atrás, pero que dicha especie era desconocida y pudo pasar desapercibida por parte de agricultores y técnicos de cooperativas, confundiéndose con maíces “fuera de tipo”, sorgo o sarrachón (Pardo *et al*, 2014).

El origen exacto de la aparición del teosinte en las distintas áreas de Aragón no se conoce, pero los técnicos del CSCV han elaborado una lista con las posibles causas de su aparición. Entre las posibles causas pueden estar el cruzamiento con alguna semilla entre los híbridos del maíz, la utilización de abonos orgánicos, del procesamiento de las cosechadoras como resto de la cosecha que depositan en las parcelas, del pastoreo o de ensayos que se hayan llevado a cabo.

Para establecer la causa de su aparición, los técnicos del CSCV han elaborado encuestas a los agricultores de las zonas afectadas para conocer los procedimientos que llevaron a cabo en los años que apareció la mala hierba. Las conclusiones a las que llegaron los técnicos no dejan claro el origen del teosinte, por lo que su aparición en las zonas afectadas no está definida. Algunas de las conclusiones fueron que el cuarenta y siete por ciento de la superficie afectada se sembró con la misma variedad de maíz y que el uso de abonos orgánicos no parece ser la fuente de contaminación. Otras conclusiones fueron que el ochenta y cinco por ciento de la superficie afectada se pica y se deja en la parcela por lo que tampoco parece ser la causa de contaminación. El uso de cosechadoras y empacadoras sí que puede facilitar a la dispersión e infestación o los ensayos que no han sido autorizados en estas zonas (Fuertes, 2014).

A partir de la primera detección de esta especie, se encuentran más zonas afectadas, según información del CSCV. Se encuentran afecciones en Candasnos, Bujaraloz, Torralba y Ejea. En total se estima que pueden estar afectadas alrededor de 350 hectáreas. De los municipios nombrados las hectáreas infestadas se distribuyen así:

-Candasnos: Afección alta en 185 hectáreas y 78 hectáreas con afección media.

-Torralba: Afección alta en 13 hectáreas.

-Ejea: Afección media en 14 hectáreas.

-Bujaraloz: Afección baja en 62 hectáreas.

Las afecciones de las parcelas ofrecen distinto nivel de infestación, desde una infestación alta a una infestación baja. Los grados de afección se miden en base a la merma o disminución de producción que produce el teosinte en el cultivo de maíz, ya que esta mala hierba compite con el maíz por recursos y agua.

Respecto a los grados de afección, desde el CSCV se describe el grado de afección alta como “presencia de teosinte en rodales o de forma generalizada en la parcela” y el grado de afección baja como “presencia de teosinte en forma de plantas aisladas en la parcela”. Esta información explica descriptivamente y de una forma general cómo se observa esta mala hierba en las parcelas afectadas.

Hasta el momento, se desconoce la relación existente entre nivel de infestación de las parcelas y afección al cultivo. Las únicas evidencias disponibles son las de algunos ensayos en México, como el estudio de Balbuena *et al* (2011). Este estudio se llevó a

cabo en San Mateo de Oztzacatipan, municipio de Toluca y el objetivo era determinar la disminución de rendimiento en campos afectados por teosinte. Se probaron tres tipos de maíz diferentes, los tres expuestos a la planta del teosinte. Para medir la pérdida de rendimiento los responsables determinaron diferentes variables para analizar la afección, como el número de plantas o los granos de cada una. Las pérdidas que se cuantificaron en el estudio de México alcanzaban hasta el 60 % de la producción.

Desde el CSCV se explica que no hay una única solución para controlar el teosinte y que es necesario adoptar por parte de los productores y cooperativas una serie de medidas para la detección y control del teosinte. La Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario del Gobierno de Aragón es el organismo responsable para planificar, coordinar y supervisar en materia de sanidad vegetal y ha establecido unas normas precisas para ello en la Ley 43/2002 de Sanidad Vegetal. En esta ley, indica a los agricultores unas normas de obligatorio cumplimiento y delega al CSCV la descripción de las condiciones para llevar a cabo un procedimiento, según el grado de afección de cada cultivo.

### **1.1. OBJETIVOS, MOTIVACIÓN Y RELEVANCIA SOCIAL.**

El principal objetivo del estudio es el cálculo del impacto económico del teosinte en el cultivo del maíz en Aragón. Para ello, se hará una simulación de las pérdidas de rendimiento del cultivo de maíz en las áreas en las que ha aparecido, de acuerdo con el grado de infestación establecido por los técnicos del CSCV. Esta simulación servirá para estimar la pérdida económica asociada a cada nivel de infestación.

A continuación, se evaluará el impacto económico de las medidas de control y erradicación de teosinte propuestas por el CSCV. Además, se hará una estimación de los costes sociales derivados de la aparición de la especie invasora.

La relevancia de este estudio tiene tres dimensiones: la relevancia para el agricultor, para los técnicos y responsables públicos y para la sociedad. El agricultor es consciente que esta especie invasora perjudica el rendimiento de sus cultivos, por lo que es necesaria la cuantificación de las pérdidas, tanto económicas como de producción, que provoca el teosinte y ofrecer desde un punto de vista económico posibles alternativas al cultivo del maíz, para sustituirlo por otros cultivos.



Para los técnicos del CSCV, es importante saber en qué costes se va a incurrir en este momento y en el futuro para el control de las parcelas afectadas por esta mala hierba. También es necesario conocer si las medidas agronómicas que se van a proponer para sustituir al maíz son viables desde la perspectiva económica y si garantizan la erradicación del teosinte en el futuro. Para la sociedad es relevante conocer el impacto económico de la especie porque el sector está vinculado a una industria de transformación muy importante.

Por lo tanto, es importante reconocer el problema y promover acciones para la erradicación de esta especie y evitar su dispersión. Estas acciones suponen también un coste para la propia sociedad que es necesario considerar.

La motivación o las causas que me han llevado a la elaboración de este trabajo son varias. Por un lado, procedo de una familia de agricultores, por lo que desde que tengo uso de razón he tenido interés en la agricultura. Tanto mi padre como mis abuelos me han inculcado desde pequeño los valores y conocimientos asociados a esta profesión. Este tema es interesante para mí porque desde una visión económica he podido calcular el rendimiento de los cultivos que se utilizan en Aragón y que utilizo yo también como agricultor. Por otro lado, el tema en el que se centra el trabajo, la valoración del impacto económico que produce la aparición del teosinte en el cultivo del maíz es también muy interesante, debido a que no se ha llevado a cabo el estudio de su efecto desde el punto de vista económico. En el momento de decisión del trabajo, mi tutora me sugirió este tema y decidí escogerlo, porque me permite aplicar los conocimientos que he adquirido durante mi etapa de formación académica a un problema vinculado a mi vida personal. Creo que es un trabajo que aporta más datos desde otro de punto de vista y puede ser útil tanto para los agricultores de las zonas afectadas como para los técnicos del CSCV.

## **2. MARCO TEÓRICO**

El objetivo de estudio que se persigue en este trabajo, es valorar el impacto económico en una zona específica donde se ha introducido una especie invasora. El propósito es calcular la pérdida de rendimiento que produce esta especie invasora en el cultivo del maíz.

Para ello, este estudio se ha apoyado en algunos conceptos y teorías de la economía ambiental. El concepto principal en el que se ha basado el trabajo es el valor económico total del medio ambiente. El término “valor” se puede definir como “el máximo sacrificio en dinero que cada consumidor querría hacer para adquirir un objeto”, pero en el caso del medioambiente la aplicación de este concepto no es tan sencilla. El valor económico del medioambiente comprende dos valores, el valor de uso y el valor de no uso (Riera *et al*, 2005).

El valor de uso se puede definir como el uso que realizan los individuos de uno o varios bienes ambientales. Este valor puede incluir usos directos e indirectos. El valor de uso directo es el que se deriva del uso que un individuo hace de un bien ambiental y el valor de uso indirecto es la repercusión que tiene ese uso respecto a otros individuos o sectores.

El valor de no uso se define como el “deseo que tienen las personas de la sociedad de preservar el medio ambiente, aunque no realicen un uso directo de sus servicios o funciones”. El valor de no uso incluye diferentes aspectos: por un lado el valor de opción y cuasi-opción, y por otro lado el valor de existencia, herencia y altruismo. El valor de opción puede definirse como el beneficio derivado de la preservación de opciones distintas para el uso de un recurso particular, estas opciones pueden crear incertidumbre acerca de si su uso será posible en el futuro. Por su parte, el valor de cuasi-opción se refiere al uso futuro de la información que va asociada a un recurso, para planificar su uso futuro.

Por otro lado, el valor de existencia, herencia y altruismo derivan de un uso pasivo de los bienes ambientales, pero que ofrece bienestar al ser humano. El valor de existencia se puede explicar como el valor que experimenta un individuo al conocer que un bien existe, independientemente de su uso o no. El valor de herencia es el deseo por parte de los individuos de preservar los bienes medioambientales de manera adecuada, para el disfrute de las futuras generaciones y el valor o motivo de altruismo es la preocupación por el bienestar de otras personas, en el presente o futuro, que puedan beneficiarse del consumo de algún bien ambiental (Labandeira *et al*, 2007).

En el caso de ciertos bienes y recursos ambientales, en los que no es posible valorar todos estos atributos, existen algunos métodos de valoración alternativos definidos en la

literatura y ampliamente utilizados en estudios aplicados. Así, los métodos más usados para calcular el valor de un bien ambiental son el método de precios hedónicos y el método del coste de viaje. El método de precios hedónicos establece una relación entre el precio de un bien y las características de éste. Los atributos que tiene en cuenta el individuo son tanto los visuales como los del entorno. El método del coste de viaje es un método indirecto que utiliza información de los comportamientos de los individuos y es utilizado para la valoración de bienes ambientales con funciones recreativas. En este método se lleva a cabo la comparación de costes en los que los individuos incurren para desplazarse a un lugar, para saber hasta qué nivel de coste están dispuestos a soportar.

En el caso de nuestro estudio, la aparición de la especie invasora afecta al valor de los usos directos e indirectos del medio ambiente, por lo que la valoración del impacto es relativamente sencilla. En este caso se hará una valoración de la pérdida de rendimiento y beneficio económico del agricultor por la aparición del teosinte.

La aparición de teosinte en las zonas afectadas tiene también un efecto negativo indirecto en el entorno del sector agrícola, todas las actividades relacionadas con el maíz pueden verse influenciadas por este efecto, por ejemplo la industria semillera de maíz o industrias que manufacturan subproductos del maíz.

### **3. METODOLOGÍA Y FUENTES DE LOS DATOS**

#### **3.1. DEFINICIÓN DE VARIABLES ECONOMICAS Y FUENTES DE DATOS**

Para valorar las producciones de maíz de la zona, se han utilizado los datos oficiales, publicados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), en los cuales se explican detalladamente por cultivo los resultados técnico-económicos de las explotaciones agrícolas de Aragón en distintos años.

Hay que destacar que algunos datos del MAGRAMA no se asemejaban a la realidad de la zona de estudio, por lo que se ha procedido a su modificación para ajustarlos más a la realidad. Los datos modificados son la producción del maíz, debido a que en la zona las producciones son mayores que las que expone el MAGRAMA, y los costes de agua y fertilizante, que consecuentemente también son mayores por el uso generalizado de riego por aspersión. Otros datos modificados son los rendimientos del trigo y la cebada, de acuerdo con los agricultores de la zona y encuestas realizadas, ya que las cantidades producidas son mayores que las expuestas en MAGRAMA. Por último, también se han

modificado los datos técnico-económicos del girasol y guisante, dado que las producciones se distanciaban mucho de la realidad, los datos modificados de girasol y guisante han sido proporcionados por parte del CSCV.

El procedimiento escogido ha sido calcular los beneficios netos del agricultor, que se obtienen como la diferencia entre los ingresos que recibe el agricultor por la producción y los costes que éste ha asumido para cultivar los distintos cultivos. Se ha optado por calcular los beneficios medios obtenidos en los últimos 4 años, desde 2010 a 2013, para evitar las fluctuaciones en los precios que se producen de año en año.

Los ingresos del agricultor se calculan como el producto entre producción obtenida en un año, medida en kilogramos por hectárea, por el precio, expresado en euros por kilogramo. Además, el agricultor recibe subvenciones que complementan a esta producción, derivadas de la Política Agraria Común (PAC). Estas subvenciones no se tendrán en cuenta en el estudio, debido a que actualmente están desacopladas a los cultivos que un agricultor produce, es decir, que el agricultor recibe esta ayuda independientemente del producto que cultiva.

Los costes considerados son los costes directos, el coste de maquinaria, la mano de obra asalariada, los costes indirectos pagados, las amortizaciones y otros costes indirectos. Estos costes se miden en euros por hectárea.

Los costes directos del agricultor constan de los productos que utiliza para producir, que son las semillas utilizadas para los cultivos, los fertilizantes o abonos utilizados para mejorar la calidad del sustrato y proporcionar elementos nutrientes a las plantas. Los abonos pueden ser orgánicos, como el estiércol o inorgánicos, compuestos por sustancias de origen mineral y producido por el ser humano, como puede ser el nitrato o urea. También, se incluye el coste de productos fitosanitarios, que son sustancias químicas utilizadas para erradicar la acción tanto de insectos, como plantas y hongos. Los más conocidos son los insecticidas que previenen la acción de insectos, los herbicidas para tratar las malas hierbas y los fungicidas para eliminar posibles enfermedades del cultivo relacionadas con los hongos.

El coste de maquinaria que soporta un agricultor se compone tanto de la compra de maquinaria agrícola como de su mantenimiento. La agricultura en este último siglo ha avanzado mucho, la tecnología utilizada por los agricultores es muy precisa y el precio de ésta ha aumentando gradualmente en los últimos años, por lo que para el agricultor la

maquinaria computa un elevado coste. El gasto de mantenimiento consta de la compra de carburantes y lubricantes para el correcto funcionamiento de ésta y las reparaciones y compra de repuestos en caso de fallos o roturas. En algunos casos, el agricultor no puede tener acceso a algunos aperos o herramientas por lo que deberá contratarlos, y asumir su coste.

El coste de la mano de obra asalariada es el gasto debido a la contratación de empleados para trabajar en las tareas agrícolas.

Los costes indirectos incluyen las cargas sociales, seguros de capitales propios, intereses y gastos financieros, cánones de arrendamiento, contribuciones e impuestos y conservación de edificios y mejoras. El agricultor deberá soportar los costes derivados de su actividad ante Hacienda y la Seguridad Social a través de impuestos, los costes derivados de préstamos de capital financiero para poder proveerse de herramientas y productos, como son los intereses y gastos financieros, los cánones de arrendamiento y contribuciones que son cuotas que el agricultor paga por trabajar la tierra y la conservación de edificios y mejoras, las cuales el agricultor hace a lo largo de los años para poder usar sus terrenos de manera eficiente.

Las amortizaciones derivan tanto de la compra de terrenos como de la compra de maquinaria. Es importante tener en cuenta las amortizaciones porque tanto la compra de maquinaria como la de terrenos suponen una fuerte inversión para el agricultor. También se incluye la amortización de la mejora de parcelas, que consta de la implantación de riegos mediante aspersión o acequias, denominado riego por manta.

Otros costes indirectos considerados son la renta de la tierra, por arrendamiento de parcelas, intereses de otros préstamos generados por el agricultor y contratación de mano de obra familiar.

Por último el beneficio neto se obtiene de la resta entre ingresos y costes. Se calcula el beneficio neto medio de los cuatro años considerados, el cual nos ofrece una visión más cercana del beneficio real que le aporta una hectárea a un agricultor en euros.

Además, se calculará el umbral de rentabilidad de todos los cultivos como el cociente entre el coste total de producir el cultivo en una hectárea entre el precio de venta del cultivo. El umbral de rentabilidad se mide en kilogramos por hectárea y su resultado indica el número de kilogramos que se deben obtener en una hectárea para empezar a obtener beneficios positivos.

También se calculará en este estudio el coste social que asume la sociedad por la aparición de teosinte. El coste social se puede definir como el beneficio que deja de percibir una sociedad o los costes en los que incurre la sociedad por la existencia de la especie invasora. En el caso de nuestro estudio, se hará una estimación de los costes de control y erradicación de teosinte no soportados por el agricultor. En estos costes se engloban: costes de divulgación, personal contratado directamente para la prospección e investigación y proyectos de investigación en marcha. La obtención del coste total se calculará mediante la suma de los distintos costes.

Debido a la problemática existente por no poder erradicar esta mala hierba por su similitud con la planta de maíz, el Gobierno de Aragón junto al MAGRAMA han tenido que llevar a cabo investigaciones, controles e informar a la sociedad respecto a este problema. El organismo encargado de estas actividades de investigación, control e información a la sociedad es el CSCV.

### **3.2. DEFINICIÓN DE ESCENARIOS**

Desde el CSCV, se proponen diferentes medidas de control y manejo para combatir la presencia y dispersión del teosinte. Las medidas propuestas por los técnicos son la utilización de diferentes métodos, como la falsa siembra o retraso en la fecha de siembra, el uso de rotaciones de cultivos, como la alfalfa, girasol o leguminosas y la realización de controles en los cultivos, tanto manuales como químicos (Pardo *et al*, 2014).

A continuación, se definen los escenarios que se considerarán para afrontar la afección de teosinte. Primero se explicará la situación inicial de la que parte el estudio, antes de la aparición de teosinte. En las hectáreas cultivables se sembró maíz, obteniendo su beneficio neto medio. A partir de la situación inicial o escenario base, se simularán los distintos grados de afección de teosinte, con el fin de valorar las pérdidas económicas generadas. Posteriormente se estimará el impacto económico de distintas medidas de control de teosinte basadas en propuestas del CSCV.

Los escenarios concretos quedan definidos como sigue:

-Escenario base: Monocultivo de maíz. Se explicará el cultivo del maíz y su rendimiento técnico-económico. Además, se hará una simulación de distintos niveles de afección de teosinte en el maíz y se calculará la pérdida económica asociada a los mismos.

-Escenarios:

-Falsa siembra: Se llevan a cabo labores de pre-siembra y se cultiva maíz de ciclo corto.

-Rotación 1: Cultivo de alfalfa.

-Rotación 2: Cultivo de trigo y posteriormente de alfalfa.

-Rotación 3: Cultivo de cebada y posteriormente de girasol.

-Rotación 4: Cultivo de guisantes y posteriormente de girasol.

-Control manual: Cultivo de maíz en parcela con baja infestación y control manual de la mala hierba.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. ESCENARIO BASE**

El maíz o “*Zea Mays*” es el cereal con el mayor volumen de producción a nivel mundial. El principal uso del maíz es alimentario, tanto para el ser humano como para animales, otros usos conocidos del maíz puede ser la fabricación de tejidos o la producción de biocombustibles.

El maíz presenta dos tipos de raíces: las primarias y adventicias, cuya función es mantener a la planta erecta. El tallo se compone de tres capas, sus funciones son proteger la planta, almacenar los recursos que necesita y mantener la circulación de estas. Las hojas del maíz son alargadas y están arrolladas al tallo. La planta del maíz es monoica, por lo que en la misma planta hay dos tipos de flores unisexuales, denominadas inflorescencias o sexos.

La inflorescencia masculina se observa en forma de espiga en la copa de la planta y la inflorescencia femenina es el fruto en forma de mazorca, la cual es la parte comestible de la planta. En las imágenes 4.1.1, 4.1.2 y 4.1.3 se puede observar la planta y cultivo de maíz:



Imagen 4.1.1



Imagen 4.1.2



Imagen 4.1.3

En Aragón, la siembra del maíz se lleva a cabo en los meses de abril y mayo, y se cosecha en los meses de septiembre y octubre. Para su siembra es necesario usar una sembradora especializada para este cultivo, que distribuye por palos o filas la semilla a la distancia elegida por el agricultor de una forma precisa, con el fin de que pueda crecer de una manera adecuada y aprovechar todos los recursos de manera correcta. El fertilizado puede hacerse de dos maneras, la primera y más común, es fertilizar antes de la siembra y después cuando la planta ha crecido un poco, mediante ureas o nitratos; la segunda y más innovadora, es abonar una única vez con nuevos complejos enriquecidos. El riego se realiza cada 15 días, por lo tanto los cultivos se riegan 6 o 7 veces de media. El área de la mayoría de los cultivos se riega por aspersión lo que favorece un mayor aprovechamiento de los recursos. Por lo tanto en Aragón, el maíz es un cultivo de regadío, es decir, que necesita de aportaciones de agua para poder crecer correctamente y optimizar su producción.

La producción en Aragón y en la zona de estudio de cultivo de maíz es alta. En regadío, podemos observar como la mayoría de cultivos están plantados de maíz, la explicación de este mayor porcentaje que se observa respecto a los demás es debido a su



rentabilidad, la cual es mayor al resto de los cultivos que normalmente se siembran en la zona, como pueden ser el trigo, la cebada, la alfalfa o los guisantes. En Aragón, se cultivan maíces de dos clases, el maíz de ciclo corto y el de ciclo largo. La tabla 4.1.1 muestra el rendimiento técnico-económico del maíz de ciclo largo entre los años 2010 y 2013 y el rendimiento medio.

**Tabla 4.1.1 Resultados técnico económicos para el maíz de ciclo largo entre 2010 y 2013.**

	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013	<b>MEDIA</b>
RENDIMIENTO en (kg/ha)	14200	14900	15800	13060	<b>14352</b>
PRECIO DE VENTA en (€/kg)	0,1815	0,184	0,2122	0,1504	<b>0,182025</b>
INGRESO en (€/ha)	2577,3	2741,6	3352,76	1964,22	<b>2612,42</b>
COSTES TOTALES en (€/ha)	1831,51	1884,41	2121,20	1908,05	<b>1936,29</b>
BENEFICIO en (€/ha)	745,78	857,18	1231,55	56,17	<b>676,12</b>
UMBRAL DE RENTABILIDAD en (kg)	10091,01	10241,39	9996,25	12686,52	<b>10637,54</b>

Fuentes. Magrama(2011- 2014), Gutiérrez, M (2015) y Gobierno de Aragón (2014).

La producción media de maíz en estos 4 años ha sido de 14.352 kilogramos por hectárea, el beneficio neto medio obtenido por el agricultor fue de 676,12 euros por hectárea y su umbral de rentabilidad 10.637,54 kilogramos por hectárea.

Se observa que los ingresos de un agricultor dependen del precio de venta, el cual puede variar significativamente cada año y la producción obtenida, que varía cada año y se mantiene entre los 14.000 kilogramos y 16.000 kilogramos. Con respecto a los costes, en 2012 se observa una subida tanto en el precio de venta del maíz como en los costes de producción, esto puede ser debido al aumento del precio del petróleo en ese año.

Una vez conocido el rendimiento técnico-económico del cultivo del maíz, se hará una simulación sobre cómo afecta el teosinte cuando aparece esta mala hierba en una hectárea de cultivo de maíz y se valorará el impacto económico que provoca en este.

El CSCV clasifica estos grados de afección del teosinte en dos tipos: alta y baja afección. Como no hay datos numéricos que reflejen el grado de afección de esta mala hierba, el estudio se basa en producciones medias obtenidas por agricultores de la zona que están afectadas por el teosinte. A partir de estas producciones medias y los comentarios de los técnicos del Departamento de Agricultura del Centro de

Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), se han simulado distintos porcentajes de afección según su impacto en la producción de los cultivos.

Para tener un punto de referencia respecto a la producción media y elaborar una simulación a partir de este dato, se elige la producción media entre el año 2010 y 2013 de maíz en Aragón. En nuestro estudio, esta cifra será la producción que un agricultor puede obtener en una hectárea, optimizando todos sus recursos y con una afección del cero por ciento de la mala hierba teosinte. A partir de este dato, se ha simulado la disminución que el teosinte produce en las producciones medias y la pérdida de beneficio que acarrea éste. La producción media será de 14.352 kilogramos por hectárea, con la cual el agricultor obtendrá un beneficio neto de 676,12 euros por hectárea.

La tabla 4.1.2 ha sido elaborada a partir de los datos de producción media del cultivo de maíz en la zona de estudio. Esta tabla muestra la disminución del beneficio neto medio expresado en euros por hectárea de las producciones de maíz respecto al porcentaje de afección del teosinte en el maíz.

**Tabla 4.1.2 Disminución del beneficio medio neto en relación al grado de afección del teosinte en el cultivo de maíz entre 2010 y 2013.**

<b>GRADO DE INFESTACIÓN en (%)</b>	<b>PRODUCCION MEDIA en(kg/ha)</b>	<b>BENEFICIO en (€/ha)</b>	<b>PÉRDIDA en (€/ha)</b>	<b>PORCENTAJE DE PÉRDIDAS RESPECTO AL ESCENARIO BASE</b>
0	14352	676,12	0	0
<b>5</b>	13635	545,61	130,51	<b>19,30</b>
<b>10</b>	12917	414,91	261,20	<b>38,63</b>
<b>15</b>	12199	284,22	391,89	<b>57,96</b>
20	11481	153,53	522,59	77,29
25	10764	23,01	653,10	0,96,59

A partir de los datos de la tabla 2, se ha identificado el nivel 5% con nivel de infestación bajo, el nivel 10% con intermedio y el 15% con nivel alto.

Para un grado de infestación bajo, los agricultores obtuvieron aproximadamente una producción media 700 kilogramos inferior a la normal, lo que supone una disminución de la producción en un 5 por ciento y que repercute en el beneficio neto medio en casi un 20 por ciento.

Para un grado de infestación medio, la producción disminuyó aproximadamente 1.400 kilogramos por hectárea, lo que significa una disminución del 10 por ciento. Este grado de infestación repercute en el beneficio neto medio un 40 por ciento aproximadamente.

Para un grado de infestación alto, la producción media disminuyó alrededor de 2.100 kilogramos por hectárea y el beneficio en este caso se ve mermado casi el 60 por ciento.

Se observa tras la simulación, que una bajada de la producción de maíz aumenta significativamente la pérdida en el beneficio medio neto del agricultor. Esto refleja el actual problema en las zonas afectadas y cómo la presencia de esta mala hierba causa pérdidas a los agricultores. A continuación, en este estudio se van a plantear diferentes alternativas para intentar subsanar el problema. De esta manera, el agricultor podrá ver desde una visión económica qué acciones llevar a cabo.

## **4.2. ESCENARIOS**

### **4.2.1. Falsa siembra**

El método de la falsa siembra consiste de alguna manera en engañar a las malas hierbas, en este caso al teosinte. Es una técnica usada en la agricultura para luchar contra éstas.

El procedimiento que se sigue es el siguiente; en primer lugar el agricultor debe preparar la tierra como si fuera a sembrar el cultivo elegido. Esta labor consta de una pasada de cultivador y otra de roto-cultivador, y posteriormente se regará la parcela. Esta primera labor deja la tierra preparada para la siembra, suelta y húmeda, lo que permite a las semillas de malas hierbas germinar. Tras pasar unos días, pueden ser de una a dos semanas, el agricultor puede aplicar en la parcela un tratamiento fitosanitario, para eliminar las malas hierbas que hayan nacido, o también puede volver a pasar el cultivador. Se aconseja que no sea una pasada muy profunda, ya que podría sacar a la superficie semillas de malas hierbas. Este procedimiento tiene un coste para el agricultor de 149,5 euros por hectárea (Magrama, 2014).

Tras estas labores, el agricultor procederá a la siembra del cultivo que haya escogido. En este estudio, hemos decidido escoger el maíz de ciclo corto. Hay que señalar que las medidas aprobadas por el CSCV prohíben sembrar maíz en caso de tener un grado de infestación alta y por lo tanto, esta opción solo se puede escoger si las parcelas tienen grado de infestación bajo.

La diferencia entre el maíz de ciclo corto y el largo, es que el maíz de ciclo corto necesita menor tiempo para ser cosechado, aunque su producción es menor, entre 3000 y 5000 kilogramos menos. Obviamente los costes de riego y fertilizante también son algo menores que en el caso del maíz de ciclo largo, lo cual se ha tenido en cuenta en los cálculos. En la tabla 4.2.1.1 se muestran los datos medios para el maíz de ciclo corto entre 2010 y 2013.

**Tabla 4.2.1.1 Rendimiento técnico-económico para el maíz de ciclo corto entre 2010 y 2013.**

	<b>MEDIA</b>
RENDIMIENTO en (kg/ha)	<b>11352</b>
PRECIO DE VENTA en (€/kg)	<b>0,1820</b>
INGRESO en (€/ha)	<b>2066,34</b>
COSTES TOTALES en (€/ha)	<b>1646,29</b>
BENEFICIO en (€/ha)	<b>420,04</b>
UMBRAL DE RENTABILIDAD en (kg)	<b>9044,35</b>

Si se observan los datos medios, la producción es de 11.352 kilogramos por hectárea, el beneficio neto medio fue de 420,04 euros por hectárea y un agricultor necesitaría obtener 9044,35 euros por hectárea para comenzar a obtener beneficios.

Por lo tanto, en la tabla 4.2.1.2 se muestra el resultado técnico-económico que se obtiene al llevar a cabo una falsa siembra y la posterior siembra del maíz de ciclo corto.

**Tabla 4.2.1.2 Resultado técnico-económico de la falsa siembra**

<b>FALSA SIEMBRA</b>	
RENDIMIENTO en (kg/ha)	11352
PRECIO DE VENTA en (€/kg)	0,182
INGRESO en (€/ha)	2066,34
COSTES TOTALES en (€/ha)	1596,29
COSTE FALSA SIEMBRA en (€/ha)	149,5
BENEFICIO en (€/ha)	320,55

#### **4.2.2. Rotación 1: La alfalfa**

Una alternativa al cultivo del maíz bastante común en la zona de estudio es la alfalfa. La alfalfa o “*Medicago sativa*” es una especie de planta herbácea que pertenece a la familia de las fabáceas o leguminosas. Esta planta tiene su origen en Persia, donde comenzó a utilizarse para alimentar a los caballos. En la actualidad, la alfalfa se usa como pienso para animales, destinada a la ganadería intensiva. La alfalfa de Aragón es

conocida por su calidad y se exporta a otros países como Emiratos Árabes y más países de Oriente Medio. Para ello, la alfalfa se lleva a una deshidratadora donde se seca y se empaqueta, sin perder sus propiedades. Una propiedad que favorece su cultivo es la fijación simbiótica del nitrógeno en el suelo, de manera que aumenta la cantidad de nitrógeno en el suelo para este cultivo y nuevas rotaciones.

La alfalfa es una hierba perenne, sus raíces pueden alcanzar desde dos metros a cuatro metros y su tallo es delgado y erecto, el cual soporta el peso de las hojas e inflorescencias. Sus hojas son trifoliadas y con bordes dentados, y las flores son de color azul o púrpura, con inflorescencias en forma de racimo. El fruto de la alfalfa es una legumbre. Este cultivo, por sus características y propiedades es adecuado para la siega y elaboración de piensos. En las imágenes 4.2.2.1 y 4.2.2.2 se puede observar la planta y cultivo de la alfalfa:

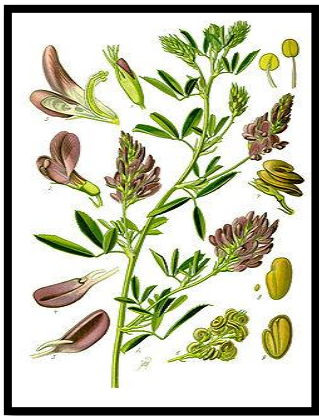


Imagen 4.2.2.1



Imagen 4.2.2.2

En Aragón, el período de siembra oscila desde Septiembre a Noviembre. Esta siembra se realiza con una sembradora convencional, como la usada para trigo o cebada. El procedimiento de siega es diferente a los demás cultivos, cuando la planta ha crecido entre treinta y sesenta centímetros se procede a la siega, la planta vuelve a crecer y se vuelve a segar. Cada temporada se producen 5 ó 6 “cortes” de alfalfa que comienzan en marzo y abril y terminan en septiembre, estos cortes se hacen aproximadamente cada 30 días y el riego del cultivo se realiza cada 15 días. Después de ser plantada la alfalfa, puede durar hasta 6 años, si se cuida de una forma adecuada. La tabla 4.2.2.1 muestra el rendimiento técnico-económico de la alfalfa entre los años 2010 y 2013 y el rendimiento medio.

**Tabla 4.2.2.1. Rendimiento técnico-económico para la alfalfa entre 2010 y 2013.**

	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013	<b>MEDIA</b>
RENDIMIENTO en (kg/ha)	14444	15355	14836	14000	<b>14658,75</b>
PRECIO DE VENTA en (€/kg)	0,0879	0,1067	0,1136	0,1687	<b>0,1192</b>
INGRESO en (€/ha)	1269,62	1638,37	1685,36	2361,8	<b>1747,68</b>
COSTES TOTALES en (€/ha)	1150,12	1188,89	1335,34	1350,29	<b>1256,16</b>
BENEFICIO en (€/ha)	119,5076	449,48	350,029	1011,50	<b>491,52</b>
UMBRAL DE RENTABILIDAD en (kg)	13084,41	11142,36	11754,75	8004,12	<b>10536,05</b>

**Fuente. Magrama (2011-2014)**

La producción media de alfalfa en estos 4 años ha sido de 14.658,75 kilogramos por hectárea, el beneficio neto medio fue de 491,52 euros por hectárea y el agricultor para comenzar a obtener beneficios necesitaría obtener 10.536,05 kilogramos por hectárea. El beneficio por corte será de 81,92 euros por hectárea, considerándose los 6 costes al año.

Tras la cosecha del maíz en el año 2014, se procederá a la siembra de la alfalfa. En este año el agricultor no obtendrá la totalidad del beneficio, ya que no podrá cosechar todos los cortes. Durante el año siguiente, el agricultor recogerá un total de cuatro cortes y su beneficio medio neto será de 327,68 euros por hectárea, es decir cuatro veces el beneficio neto medio de un corte. Observando este dato, hay que señalar que en los años posteriores se recogerá la totalidad de la cosecha, por lo que en los siguientes años el beneficio neto medio será de 491,52 euros por hectárea.

#### **4.2.3. Rotación 2. Trigo y alfalfa**

Una rotación alternativa, tras la cosecha de maíz, es la siembra de un cereal de invierno, como es el trigo y posteriormente la siembra de alfalfa. El trigo se describe a continuación.

El trigo o “*Triticum*” es una planta anual de la familia de las gramíneas, empezó a utilizarse hace alrededor de 8.000 años en la antigua Mesopotamia. Era una planta silvestre y se adaptó a la agricultura del momento, esto produjo una gran evolución para la agricultura ya que aumentó el alimento, tanto para el consumo humano como animal. Junto al maíz y al arroz son los cultivos más extendidos en el mundo.



La raíz del trigo cuenta con numerosas ramificaciones para el sustento de la planta, su longitud depende del tipo de suelo y cantidad de recursos en éste, el tallo es una caña hueca que puede alcanzar entre medio metro a dos metros de altura según el tipo de variedad. Las hojas tienen forma alargada y terminan en punta, y el fruto o espiga se encuentra en la copa de la planta. El trigo es una planta autógena, su fecundación se produce en el interior antes de que la flor salga y su único fruto es el grano, su parte comestible. En las imágenes 4.2.3.1 y 4.2.3.2 podemos observar las características y cultivo del trigo.



Imagen 4.2.3.1



Imagen 4.2.3.2

En Aragón, la siembra del trigo se lleva a cabo en los meses de octubre y principios de noviembre, y su cosecha en los meses de junio y principios de julio. Para su siembra se utiliza una sembradora convencional, diferente a la del maíz ya que en este cultivo no se necesita tanta precisión como en el maíz, la colocación de la semilla en el terreno puede ser más aleatoria. El fertilizado se lleva a cabo en dos momentos, antes de la siembra se fertiliza con nitrato y posteriormente de la siembra, cuando la planta ha alcanzado de 3 a 5 centímetros se abona con urea. El trigo puede ser sembrado como cultivo de secano o regadío, si es de secano sólo depende de la lluvia y si es de regadío según las precipitaciones que se produzcan, puede tener de uno a dos riegos. En Aragón su uso más común se ve en la agricultura extensiva de secano, aunque también en el regadío para la rotación de cultivos. La tabla 4.2.3.1 muestra el rendimiento técnico-económico del trigo entre los años 2010 y 2013 y el rendimiento medio.

**Tabla 4.2.3.1. Rendimiento técnico-económico para el trigo entre 2010 y 2013.**

	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013	<b>MEDIA</b>
RENDIMIENTO en (kg/ha)	6200	6500	6000	6700	<b>6350</b>
PRECIO DE VENTA en (€/kg)	0,1696	0,1976	0,23	0,2237	<b>0,2052</b>
INGRESO en (€/ha)	1051,52	1284,4	1380	1498,84	<b>1303,19</b>
COSTES TOTALES en (€/ha)	856,92	946,43	1016,08	1027,46	<b>961,72</b>
BENEFICIO en (€/ha)	194,6	337,97	363,92	471,38	<b>341,46</b>
UMBRAL DE RENTABILIDAD en (kg/ha)	5052,59	4789,62	4417,73	4592,85	<b>4686,13</b>

**Fuente. Magrama (2011-2014)**

La producción media de trigo en estos 4 años en la zona de estudio ha sido de 6.350 kilogramos por hectárea, estas producciones se han tomado de encuestas hechas a agricultores, debido a que en estas zonas se obtienen cosechas mayores que las mostradas en los datos de Magrama.

La evolución de los precios de trigo durante los cuatro años ha sido favorable y el beneficio neto medio del agricultor ha sido de 341,46 euros por hectárea.

La rotación trigo-alfalfa por tanto arroja un beneficio total de 832,99 euros por hectárea, durante el año 2015 se obtendrá el beneficio neto medio al cosechar el trigo que es 341,46 euros por hectárea y se procederá a la siembra de la alfalfa. Hay que comentar que el agricultor no obtendrá beneficios de la alfalfa, debido a que la planta no ha alcanzado su óptimo desarrollo para comenzar a segar en este año. En los posteriores seis años obtendrá la totalidad de la cosecha y por lo tanto su beneficio neto medio, es decir, 491,52 euros por hectárea.

#### **4.2.4. Rotación 3. Cebada y girasol**

En 2015, tras la cosecha de maíz se sembrará cebada y posteriormente girasol.

La cebada o “*Hordeum vulgare*” es una planta anual de la familia de las poáceas, gramíneas. Este cultivo se cree que descende de la cebada de Oriente Medio y el Antiguo Egipto. Su uso actual se destina mayoritariamente a la elaboración de cerveza y otras bebidas, y al consumo animal, para el consumo humano aún se utiliza como alimento en forma de pan, pero decreció cuando el trigo fue más accesible.

La raíz de la planta de cebada es fasciculada y consta de dos tipos de raíces, las primarias que se forman en torno a la radícula y más tarde desaparecen, y las



secundarias que aparecen en la planta adulta. El tallo es una caña hueca y puede variar el número en cada planta, con su espiga cada uno.

Las cebadas que más se cultivan son las cebadas destinadas a la elaboración de la cerveza, o las destinadas al consumo animal, las primeras son cebadas de dos carreras que presentan una mejor actitud cervecera y las segundas para el consumo animal. Las carreras de la cebada es la forma en la que se distribuye el grano en la espiga. En las imágenes 4.2.4.1 y 4.2.4.2 se puede observar la planta de la cebada:

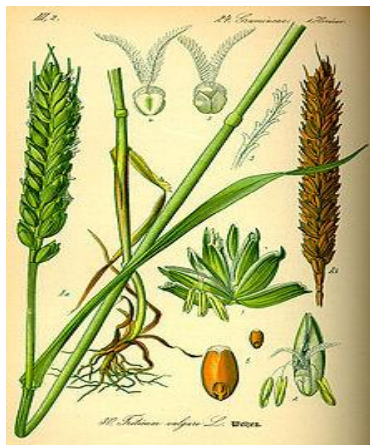


Imagen 4.2.4.1



Imagen 4.2.4.2

En Aragón, la siembra de la cebada tiene el mismo procedimiento que el trigo, tanto su ciclo temporal como su procedimiento técnico. El trigo y la cebada suelen confundirse con facilidad, normalmente se diferencian por su color. El trigo posee un color verdoso más fuerte que la cebada y por la distribución de los granos de ambos, la cebada tiene una estructura más aplanada que el trigo. La tabla 4.2.4.1 muestra el rendimiento técnico-económico de la cebada entre los años 2010 y 2013 y el rendimiento medio.

Tabla 4.2.4.1. Rendimiento técnico-económico para la cebada entre 2010 y 2013.

	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013	MEDIA
RENDIMIENTO en (kg/ha)	5500	5100	5000	5600	<b>5300</b>
PRECIO DE VENTA en (€/kg)	0,1471	0,1843	0,2151	0,1963	<b>0,1857</b>
INGRESO en (€/ha)	809,05	939,93	1075,5	1099,32	<b>984,22</b>
COSTES TOTALES en (€/ha)	797,57	905,54	963,82	974,61	<b>910,38</b>
BENEFICIO en (€/ha)	11,48	34,39	111,68	124,71	<b>73,83</b>
UMBRAL DE RENTABILIDAD en (kg)	5421,95	4913,40	4480,79	4964,71	<b>4902,40</b>

Fuente. Magrama (2011-2014).

Si se observan los datos medios, la producción de cebada fue de 5.300 kilogramos por hectárea. Estas producciones al igual que el trigo, se han obtenido a través de unas encuestas hechas a los agricultores, las producciones de Magrama en los dos casos no se asemejaban a la realidad de la zona. El beneficio obtenido por el agricultor es de 73,83 euros por hectárea, de todos los cultivos estudiados es el que menor rendimiento ofrece.

El girasol o “*Helianthus annuus*” es una planta herbácea de la familia de las asteráceas, este cultivo es originario de América que tras su descubrimiento fue extendido por todo el mundo. El girasol tiene diferentes usos, con esta planta se elabora aceite de girasol para cocinar y también biodiesel. Sus frutos son las pipas, que son para el consumo humano y el tallo se puede utilizar para la fabricación de papel. El girasol también puede utilizarse como pienso para animales.

Está compuesto por raíces, tallo, hojas e inflorescencia. Su raíz es profunda, ya que puede alcanzar los 3 metros de altura y sus hojas son amplias, para favorecer la captación de luz solar. La inflorescencia puede medir de diez a treinta centímetros de diámetro y está compuesta de cientos de flores tubulares, y cada flor fecundada obtiene como fruto la conocida pipa de girasol. Esta planta tiene una característica particular entre las demás, desde su crecimiento el girasol puede orientarse hacia la luz solar mediante giros de su inflorescencia, esta característica se llama fototropismo. En las imágenes 4.2.4.3 y 4.2.4.4 se puede observar la planta y el cultivo de girasol.



Imagen 4.2.4.3



Imagen 4.2.4.4

En Aragón, la siembra de girasol se lleva a cabo en el mes de mayo habitualmente y su cosecha en los meses de septiembre y octubre. El procedimiento de siembra es similar a la del maíz, es necesario utilizar una sembradora especializada para que las semillas sean colocadas de manera precisa. El fertilizado es el mismo que el del maíz, una dosis pre-siembra y otra post-siembra y el riego también se lleva a cabo cada 15 días. El

girasol no es un cultivo muy generalizado en la zona, se presenta en este estudio como una alternativa al maíz y que puede dar solución con la rotación de cultivos a los agricultores, como demostraremos posteriormente. La tabla 4.2.4.2 muestra el rendimiento técnico-económico del girasol entre los años 2010 y 2013 y el rendimiento medio.

**Tabla 4.2.4.2. Rendimiento técnico-económico para el girasol entre 2010 y 2013.**

	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013	<b>MEDIA</b>
RENDIMIENTO en (kg/ha)	3000	3000	3000	3150	<b>3037,5</b>
PRECIO DE VENTA en (€/kg)	0,377	0,3466	0,4726	0,298	<b>0,3735</b>
INGRESO en (€/ha)	1171	1079,8	1417,8	938,7	<b>1174,65</b>
COSTES TOTALES en (€/ha)	780,43	838,57	873,71	892,06	<b>846,19</b>
BENEFICIO en (€/ha)	390,57	241,23	544,09	46,64	<b>328,46</b>
UMBRAL DE RENTABILIDAD en (kg)	2070,10	2419,41	1848,73	2993,48	<b>2265,27</b>

Fuente. Magrama (2011-2014)

Si se observan los datos medios, la producción de girasol fue de 3.037,5 kilogramos por hectárea, los precios del girasol son más elevados que el precio de los demás cultivos estudiados. Hay que señalar el año 2012, en el cual el precio del girasol alcanzó un precio elevado. Además, por el cultivo del girasol se obtienen 40 euros anuales por hectárea derivados de la subvención de la PAC, ayuda que sí está acoplada al cultivo. El beneficio neto medio fue de 328,46 euros por hectárea. Un agricultor tendría que haber obtenido 2.265,27 kilogramos por hectárea para comenzar a obtener beneficios.

Tras la explicación de ambos cultivos, en la tabla 4.2.4.3 se observa el resultado técnico económico medio de ambos entre 2010 y 2013.

**Tabla 4.2.4.3. Resultado técnico económico de la rotación entre cebada y girasol entre los años 2010 y 2013.**

	<b>CEBADA</b>	<b>GIRASOL</b>	<b>ROTACIÓN</b>
INGRESO en (€/ha)	984,22	1174,65	2158,87
COSTES TOTALES en (€/ha)	910,38	846,19	1756,5
BENEFICIO en (€/ha)	73,83	328,46	<b>402,30</b>

Por lo tanto, el beneficio neto medio que obtiene un agricultor con la cebada y el girasol es de 402,30 euros por hectárea.

#### 4.2.5. Rotación 4. Guisante y girasol.

Tras la cosecha de maíz, en 2015 se procederá a la siembra en primer lugar de guisante y posteriormente la de girasol. El girasol se ha explicado en el punto anterior, por lo que se explica a continuación el cultivo de guisante.

El guisante o “*Pisum sativum*” es una planta herbácea de la familia de las fabáceas o leguminosas originarias de Próximo Oriente. Su uso generalizado es humano, debido a que sus frutos, los guisantes, son comestibles, aunque también puede utilizarse para el consumo animal.

La planta consta de raíces, tallo, hojas y flor. Su constitución es similar a la de la alfalfa, y en algunos casos puede alcanzar el metro de altura, sus flores pueden ser de diferentes colores según la variedad y su fruto tiene forma de vaina, donde dentro están los guisantes que es su parte comestible. El guisante también tiene la propiedad de que fija muy bien el nitrógeno en el suelo, por lo que es apto su uso para la rotación de cultivos. En la imagen 4.2.5.1 y 4.2.5.2 se puede observar la planta y cultivo del guisante:



Imagen 4.2.5.1



Imagen 4.2.5.2

En Aragón, el guisante se siembra en los meses de Octubre y Noviembre para cosecharlo en los meses de mayo y junio. La siembra se lleva a cabo con una sembradora convencional como la usada para el trigo, la cebada o la alfalfa. El riego y fertilización del guisante lleva el mismo procedimiento que los cereales de invierno.

La tabla 4.2.5.1 muestra el rendimiento técnico-económico del guisante entre los años 2010 y 2013 y el rendimiento medio.

**Tabla 4.2.5.1. Rendimiento técnico-económico del guisante entre 2010 y 2013.**

	AÑO 2010	AÑO 2011	AÑO 2012	AÑO 2013	MEDIA
RENDIMIENTO en (kg/ha)	6000	6500	6200	7100	<b>6450</b>
PRECIO DE VENTA en (€/kg)	0,1967	0,2195	0,2404	0,2188	<b>0,21885</b>
INGRESO en (€/ha)	1235,77	1482,32	1542,45	1605,45	<b>1465,35</b>
COSTES TOTALES en (€/ha)	1097,05	1185,36	1237,2	1252,36	<b>1192,9</b>
BENEFICIO en (€/ha)	138,72	296,96	305,25	353,09	<b>272,36</b>
UMBRAL DE RENTABILIDAD en (kg)	5577,27	5400,27	5146,42	5723,76	<b>5451,18</b>

Fuente. Magrama( 2011-2014)

La producción media de guisantes en estos 4 años ha sido de 6.450 kilogramos por hectárea, hay que mencionar que el cultivo de guisante tenía una prima derivada de la PAC como el girasol, esta prima fue de de 55,57 euros por hectárea durante los años 2010 y 2011 y de 51,97 en los años 2012 y 2013. El beneficio neto medio fue de 272,36 euros por hectárea y un agricultor tendría que haber obtenido 5.451,18 kilogramos para empezar a obtener beneficios.

Tras la explicación de los cultivos, la tabla 4.2.5.2 refleja el rendimiento técnico-económico de guisante y girasol entre 2010 y 2013.

**Tabla 4.2.5.2. Rendimiento técnico-económico de guisante y girasol entre 2010 y 2013.**

	GUISANTE	GIRASOL	ROTACIÓN
INGRESO en (€/ha)	1465,35	1174,65	2640,01
COSTES TOTALES en (€/ha)	1192,99	846,19	2039,18
BENEFICIO en (€/ha)	272,36	328,46	<b>600,82</b>

El beneficio neto medio obtenido por el agricultor será de 600,82 euros por hectárea. Esta rotación es la que mayor rendimiento ofrece, por lo que puede ser una buena alternativa, posteriormente se demostrará en el apartado de resultados.

#### **4.2.6. Control manual o escarda manual**

El control manual o escarda manual es un procedimiento antiguo en la agricultura, la técnica consiste en eliminar las malas hierbas situadas en el campo, de manera que no afecte al cultivo.

En el caso del teosinte se realiza el siguiente procedimiento, el agricultor prepara la tierra para la siembra y siembra maíz de ciclo largo en el mes de abril o mayo. Tras el



acondicionamiento de la tierra, se han podido quedar semillas de teosinte en la superficie o cerca de ésta y por lo tanto, cercanas a las semillas de maíz. Mientras transcurre el tiempo, el maíz crece y las malas hierbas también. En este caso el agricultor, tiene que arrancar las malas hierbas para proteger el maíz (González, 2006)

La dificultad que presenta el control químico del teosinte es su similitud con el maíz, actualmente no es posible controlar el teosinte con métodos químicos dentro de una parcela de maíz por su relación de parentesco con éste. No existe un herbicida selectivo que distinga entre maíz y teosinte y si se utilizara afectaría al maíz en la misma medida que al teosinte. Si se toma como elección el maíz se debe llevar a cabo el método de control manual o falsa siembra (Pardo *et al*, 2014).

En este estudio, se ha estimado el coste de la escarda manual utilizando el coste de contratación de un trabajador a un precio de 71,4 euros por hectárea al día. En primer lugar, tomaremos como dato que el agricultor necesita un día y dos trabajadores para eliminar todas las plantas de teosinte, de este modo los dos trabajadores eliminarán las plantas de mala hierba que aparezcan por el cultivo y se supondrá que se elimina completamente la afección del teosinte al maíz.

En la tabla 4.2.6.1 se observa el rendimiento técnico-económico de llevar a cabo el procedimiento de escarda o control manual.

**Tabla 4.2.6.1. Rendimiento técnico-económico del procedimiento de control manual.**

CONTROL MANUAL	
RENDIMIENTO en (kg/ha)	14352
PRECIO DE VENTA en (€/kg)	0,1820
INGRESO en (€/ha)	2612,42
COSTES TOTALES en (€/ha)	1936,29
COSTE CONTROL MANUAL	142,8
BENEFICIO en (€/ha)	533,32

Como se puede observar en la tabla, la diferencia de hacer una escarda manual con llevar a cabo sólo la siembra de maíz es su coste, pero la escarda manual evita la competencia del maíz con otras plantas, en este caso el teosinte, y puede desarrollarse adecuadamente.

### 4.3. VALORACIÓN GLOBAL DE ESCENARIOS

Durante años los agricultores de la zona han cultivado maíz en sus parcelas como monocultivo. Su inclinación por este cultivo ha sido debido a su mayor rendimiento económico, frente a los demás cultivos que se acostumbra a cultivar en la zona. En la tabla 4.3.1 se observa el beneficio neto medio de los cultivos frente al maíz.

**Tabla 4.3.1. Comparativa del beneficio medio de los cultivos considerados entre 2010 y 2013.**

	MAIZ	TRIGO	CEBADA	ALFALFA	GUISANTES	GIRASOL
BENEFICIO NETO MEDIO ( en €/ha)	<b>676,12</b>	341,46	73,83	491,52	272,36	328,46

Como se puede observar, después del maíz, la alfalfa es el segundo cultivo con mejor rendimiento, pero proporciona un beneficio neto medio aproximadamente, un 20 por ciento menor que el maíz. El maíz representa una mayor rentabilidad y por ello es el más cultivado.

La tabla 4.3.2 muestra los resultados obtenidos en todos los escenarios considerados, y las pérdidas respecto al escenario base.

**Tabla 4.3.2. Comparativa entre los beneficios y pérdidas de los escenarios escogidos y el escenario base con distintos grados de afección.**

	BENEFICIO(€/ha)	PERDIDA(€/ha)
ESCENARIO BASE	676,12	-----
G.AFECCIÓN BAJO	545,61	130,51
G.AFECCIÓN MEDIO	414,91	261,20
G.AFECCIÓN ALTO	284,22	391,89
ESCENARIOS		
FALSA SIEMBRA	320,55	355,56
ROTACIÓN 1	491,52	184,59
ROTACIÓN 2	832,99	(-) 156,87 (ganancia)
ROTACIÓN 3	402,30	273,82
ROTACIÓN 4	600,82	75,29
CONTROL MANUAL	533,32	142,8

Para comparar los distintos escenarios respecto al escenario base y sus grados de afección, se va a explicar individualmente cada escenario detalladamente y explicar en qué situaciones sería apropiado escoger cada alternativa. Se va a explicar cada escenario en orden descendente según su beneficio o pérdida respecto al escenario base, de esta manera será más útil ver que escenarios son mejores según el grado de afección.

En la rotación 2, el beneficio que se obtiene es de 832,99 euros por hectárea y un beneficio respecto al cultivo del maíz de 156,87 euros por hectárea. Ahora bien, en esta alternativa no se puede recoger la alfalfa hasta el siguiente año, por lo que en el resultado de la rotación no se contará con los ingresos de la alfalfa. Esto no se refleja en el resultado, pero hay que apuntar que al año siguiente y los cinco años posteriores, el agricultor al recolectar la alfalfa obtendrá el beneficio íntegro, un total de 491,52 euros por hectárea. Esta rotación, sería negativa en cuanto al resultado técnico-económico del año 2014, pero para el 2015 y siguientes años, se situaría entre un grado de infestación bajo y medio.

En la rotación 4, el beneficio de esta alternativa es 600,82 euros por hectárea, respecto al escenario base se puede observar que obtiene mejor rendimiento que una baja afección. Por lo tanto, esta alternativa sería adecuada para cualquier caso en el que haya afección de teosinte, ya que arroja el mejor rendimiento técnico-económico tras el cultivo de maíz sin afección. Otra ventaja de esta alternativa sería la fijación de nitrógeno en el suelo que se produce con el cultivo de guisante y la rotación de cultivos.

Para poder llevar a cabo la alternativa de control manual, como se ha comentado anteriormente en la falsa siembra, la parcela en la que se va a sembrar maíz debe haber sido catalogada como una parcela con grado de afección bajo, en ningún caso se podría sembrar maíz si tiene un grado de afección alto. Esta alternativa tiene un beneficio de 533,32 euros por hectárea, respecto al escenario base el rendimiento de esa opción se coloca entre un grado de afección bajo y medio. Por lo tanto, el control manual podría llevarse a cabo en las situaciones en las que la parcela presenta un grado de afección bajo o medio. En el caso de que el grado de afección fuese medio, el agricultor necesitaría más de dos trabajadores por lo que habría que recalcular sus costes, lo cual implicaría mayores costes para el agricultor y empeoraría la alternativa.

En la rotación 1, se llevaba a cabo la siembra de alfalfa después de la cosecha de maíz en el año 2014, en este caso se recogen todos los cortes de la temporada 2015 y se obtiene un beneficio de 491,52 euros por hectárea. Respecto al escenario base esta alternativa tiene una pérdida de 184,59 euros por hectárea, de acuerdo a su beneficio se sitúa en el rango entre un grado de infestación bajo y uno medio. Esta alternativa sería buena en las circunstancias en que la parcela tiene un grado de infestación alto o medio de teosinte. No obstante, ha de tenerse en cuenta que los beneficios se obtendrían



después de la segunda campaña, pues durante la primera no es posible recoger los 5 o 6 cortes.

En la rotación 3, el beneficio que se obtiene al optar por esta alternativa es de 402,30 euros hectárea. Respecto al cultivo de maíz esta rotación tiene una pérdida de 273,82 euros por hectárea. En comparación con el escenario base, esta rotación se sitúa en el rango entre un grado de afección alto y medio de teosinte. Esta alternativa sería una buena opción en el caso de que la parcela se encontrará catalogada con un grado a afección alto.

Para poder llevar a cabo la falsa siembra, la parcela en la que se va a sembrar maíz debe haber sido catalogada o tener las características de una parcela con grado de afección bajo, por lo tanto si tuviera un grado de afección alto o medio no se podría llevar a cabo.

La falsa siembra tiene un beneficio de 320,55 euros por hectárea y una pérdida respecto al escenario base de 355,56 euros por hectárea, por lo que su beneficio se encuentra en el rango entre el beneficio de un grado de afección medio y uno alto.

Por lo tanto, la falsa siembra no es una solución rentable para el agricultor si se compara con otros escenarios.

En la tabla 4.3.3, se puede observar de una manera gráfica como se sitúan los escenarios respecto a los grados de afección de teosinte en el cultivo del maíz.

**Tabla 4.3.3. Situación de los escenarios respecto a los grados de afección de teosinte en el cultivo del maíz.**

ESCENARIOS	MEJOR QUE G.AFECCIÓN BAJO	ENTRE G. AFECCIÓN BAJO Y MEDIO	ENTRE G. AFECCIÓN MEDIO Y ALTO
FALSA SIEMBRA			<b>X</b>
ROTACIÓN 1		<b>X</b>	
ROTACIÓN 2	<b>X</b>		
ROTACIÓN 3			<b>X</b>
ROTACIÓN 4	<b>X</b>		
CONTROL MANUAL		<b>X</b>	

En resumen, todas las alternativas estudiadas presentan una solución económica en el caso de que una parcela se encuentre con grado de afección alto, ya que sus beneficios son superiores. Las alternativas de llevar acabo control manual o la rotación 1 ofrecen mayor beneficio que un maíz con un grado de afección medio. Por otro lado, la rotación 2 y 4 ofrecen mejores resultados que un maíz infestado con un grado de afección bajo.

Hay que señalar que el uso de los métodos de falsa siembra y control manual, conlleva a una incertidumbre mayor que los otros escenarios. Si no se lleva a cabo un control adecuado, la parcela en años futuros puede presentar grados de afección superiores y por lo tanto mayores costes de control. Las ventajas que presentan las rotaciones son la reducción del riesgo de infestación y propagación a otras parcelas y la reducción de los costes de control.

Finalmente, en este apartado podemos señalar que las medidas propuestas por el CSCV van en concordancia con los resultados técnico-económicos de los diferentes escenarios. Se puede afirmar que optar por cualquiera de las medidas propuestas soluciona el problema en las parcelas con grado de afección alto.

#### **4.4. VALORACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO TOTAL**

En este apartado, se va a llevar a cabo la valoración del daño económico total durante el año 2014 y hasta mayo de 2015 de las hectáreas afectadas por el teosinte. En esta evaluación se van a estimar las pérdidas producidas por el teosinte en el año 2014 en los cultivos de maíz, según su grado de afección, y en el año 2015, se van a estimar las pérdidas producidas por la elección de otro cultivo o escenario respecto al cultivo del maíz. En este caso, en el año 2015, se ha hablado con los técnicos del CSCV para saber qué cultivos han implantado los agricultores de las zonas afectadas, ya que tienen un contacto periódico con ellos. En las tablas 4.4.1 y 4.4.2., se puede observar la valoración del impacto económico total entre el año 2014 y 2015 hasta la fecha.

**Tabla 4.4.1. Valoración del impacto económico total en el año 2014.**

AÑO 2014			
GRADO DE INFESTACIÓN	NºHAS	PÉRDIDA POR HA(€)	PÉRDIDA(€)
ALTO	198	391,89	77.594,22
MEDIO	92	261,205	24.030,86
BAJO	62	130,51	8.091,62
COSTE TOTAL PRIVADO	352	311,69	109.716,7
COSTE TOTAL SOCIAL		185,56	65.318
COSTE TOTAL			175.034,7

**Tabla 4.4.2. Valoración del impacto económico en el año 2015 hasta la fecha.**

AÑO 2015			
CULTIVOS	NºHAS	PÉRDIDA POR HA(€)	PÉRDIDA(€)
CEBADA	147,68	602,29	88.946,77
ALFALFA	71,52	184,59	13.202,3
GUISANTE	57,8	403,76	23.337,55
TRIGO	13	334,66	4.350,63
CONTROL MANUAL	62	142,8	8.853,6
COSTE TOTAL PROVADO	352	394	138.690,85
COSTE TOTAL SOCIAL		328,39	115.595,5
COSTE TOTAL			254.286,35

Respecto al coste privado en 2014, se han incurrido en un total de 109.716,70 euros en pérdidas debido a la afección del teosinte en 352 hectáreas. Respecto al año 2015 hasta fecha 31 de mayo, se sabe que los agricultores de las zonas afectadas han sembrado en sus parcelas cebada, alfalfa, guisante, trigo y maíz. Los agricultores que han sembrado maíz llevan a cabo un control manual, debido a que son las 62 hectáreas de Bujaraloz catalogadas con un grado de infestación bajo, por lo que se le permite el cultivo del maíz. Respecto al escenario base en el año 2015, se han incurrido en unas pérdidas de 138.690,87 euros en 352 hectáreas. Hasta la fecha se conoce que se han sembrado dichos cultivos pero la mayoría son cultivos de invierno, por lo que en el mes de junio se llevará a cabo su siega, como ocurre en los cultivos de trigo, cebada y guisante. Por

lo que se puede deducir, que a partir del mes de junio, se sembrará otros cultivos en las zonas afectadas y por lo tanto, se obtendrán mayores rendimientos que los considerados. No obstante se ha decidido mostrar sólo las pérdidas ciertas hasta el momento de concluir el presente trabajo. Una vez que se haya implantado el siguiente cultivo se podrán revisar estos cálculos.

Como se observa en la tabla, las pérdidas en el año 2015 son superiores a las del año 2014, esto es causado por diferentes motivos. El maíz como se ha comprobado es el cultivo del que mayor rendimiento técnico-económico obtiene el agricultor, según el grado de afección que le afecte, puede obtener mayor rendimiento técnico-económico que algunas de las soluciones explicadas anteriormente. Por lo que es difícil superar el rendimiento que proporciona el maíz. Otra de las causas es que el año 2015 no ha terminado, y los agricultores a partir del mes de junio, en las hectáreas donde hayan sembrado trigo, guisantes o cebada podrán producir otros cultivos para compensar estas pérdidas. Como no se sabe con certeza el propósito de los agricultores sobre sus cultivos, no se puede establecer qué cultivos y qué rendimientos económicos obtendrán al final del año 2015.

En las tablas 4.4.1, y 4.4.2., se muestra el coste social en euros desglosado que se ha generado tras la aparición del teosinte. Desde la fecha en la que se puso en conocimiento que esta especie afectaba cultivos en zonas de Aragón, el CSCV inició unos procedimientos para estudiar esta especie, investigar la causa de su aparición, desarrollar unas medidas preventivas para evitar su dispersión e informar a la sociedad. Para ello fue necesaria la contratación de un técnico, el cual lleva trabajando 8 meses para organizar todos los procedimientos, asignar equipos para controlar las parcelas infectadas y dar charlas informativas respecto al teosinte. También se contrató a un investigador con el propósito de conocer e investigar la especie durante un periodo de 2 años, actualmente lleva trabajando un año y medio. Por otro lado, se contrataron 4 prospectores los cuales llevan trabajando 4 meses y se encargan del control de las parcelas infestadas y recopilación de datos.

Para informar a la sociedad sobre el problema, se elaboraron folletos informativos y charlas por parte de los técnicos. Además, el investigador contratado ha pedido al Ministerio de Economía y Competitividad financiación para desarrollar un proyecto acerca del teosinte. Esta solicitud fue aceptada mediante el Instituto Nacional de

Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y se desarrollará el proyecto para mejorar el conocimiento del teosinte durante los 4 próximos años.

El coste social en el que se incurre en 2014 es de 65.318 euros y en 2015 es de 115.595,5 euros por hectárea, por lo que ha aumentado en el siguiente año. Una manera más concreta de ver este coste es observar el coste social por hectárea. En 2014, supone 185,56 euros por hectárea y en el año 2015 hasta la fecha, 328,39 euros por hectárea. Estos costes son asumidos por la sociedad debido a la aparición del teosinte en las zonas afectadas de Aragón. La manera en que se actúe por parte de los agricultores y técnicos del CSCV incrementará o reducirá estos costes en el futuro.

## 5. CONCLUSIONES

En el momento que se decidió realizar este trabajo el objetivo principal no era otro que la valoración del impacto económico del teosinte en el cultivo del maíz. En primer lugar, se solicitó una entrevista con los técnicos del CSCV, la entrevista se centró en los métodos y observaciones que llevaban a cabo los técnicos y dar al estudiante una idea sobre la afección del teosinte. Posteriormente, se recabó información para el cálculo del rendimiento técnico-económico del maíz y de los cultivos más comunes en la zona. Tras el cálculo del rendimiento técnico-económico del cultivo del maíz se elaboró una simulación en la cual se asignaba un grado de afección con un porcentaje de pérdida en el rendimiento del maíz, según las indicaciones de los técnicos del CSCV. Tras la observación de los resultados, se simulaban económicamente los escenarios indicados por el CSCV para compararlos con los resultados de maíz con afección de teosinte.

Elaborado el estudio acerca de la afección del teosinte y sus posibles soluciones se ha llegado a las siguientes conclusiones: todos los escenarios alternativos al cultivo del maíz propuestos por el CSCV, ofrecen un mayor rendimiento en el caso de que el maíz se encuentre bajo un grado de afección alto. A partir de un grado de afección alto, los resultados económicos de las alternativas se clasifican de esta manera: la falsa siembra y la rotación 3 ofrecen un rendimiento mayor que un grado de afección alto, la rotación 1 y el método del control manual ofrecen un mayor rendimiento que un grado de afección medio. Por último, las mejores alternativas son las rotaciones 2 y 4 que ofrecen mayores rendimientos que un grado de afección bajo.

Respecto a los escenarios propuestos por el CSCV se puede afirmar que están en consonancia con los resultados económicos expuestos en este estudio. Se puede decir que si se llevan a cabo estos métodos, el agricultor puede recuperar parte de la rentabilidad perdida por la afección del teosinte y disminuir los costes de control por parte de los técnicos. También se debe mencionar que si se llevan a cabo los métodos de falsa siembra y control manual, existe incertidumbre por la posible dispersión de semillas de teosinte por la dificultad de realizar un control exhaustivo, cuestión que debe tenerse en cuenta. Por lo tanto, se puede afirmar que las alternativas propuestas por el CSCV tienen coherencia con los resultados desde el punto de vista económico.

Las limitaciones que han surgido a la hora de la elaboración del trabajo son varias. Por un lado, no se conoce a partir del mes de Junio la decisión por parte de los agricultores

sobre la elección del cultivo escogido, es decir, tras el cultivo de invierno y su cosecha en los meses de Mayo y Junio no se sabe qué se sembrará este verano. El conocimiento de estos datos hubiera sido positivo para el cálculo del coste privado en el año 2015, incurriendo en menores pérdidas. Por otro lado, los datos ofrecidos en la página web de MAGRAMA en algunos cultivos, no se correspondían con la realidad de las zonas afectadas por lo que se ha procedido a su modificación.

Los resultados de este estudio pueden ser de utilidad tanto a agricultores como a los técnicos del CSCV. El estudio económico del efecto negativo que provoca la aparición del teosinte en el cultivo del maíz, puede servir para ayudar a los agricultores a valorar la pérdida económica que produce el teosinte. Por otro lado, el cálculo de los rendimientos técnico-económicos de los escenarios propuestos sirve a los agricultores para ver las posibles alternativas respecto al maíz y para la toma de decisión sobre que alternativa escoger.

Para los técnicos del CSCV, este estudio complementa sus propuestas acerca de las medidas agronómicas que sugieren desde el punto de vista económico, mostrando a los agricultores que llevar a cabo estas medidas es viable. Por otro lado, también es útil para los técnicos el cálculo de los costes en 2014 y 2015, para saber los costes en los que incurre la sociedad por las medidas de control e investigación que llevan a cabo.

La importancia que tiene el conocimiento de estos costes es relevante para el conjunto de la sociedad. La aparición del teosinte en las zonas afectadas de Aragón es un problema conocido por agricultores y técnicos del CSCV, con el cual tienen que aprender a convivir e intentar llevar a cabo las medidas necesarias para su erradicación. Las medidas que se lleven a cabo en el presente tendrán una repercusión en el futuro, por lo que es importante mentalizarse sobre el problema y tomar las medidas adecuadas para subsanarlo.

## BIBLIOGRAFIA

BALBUENA, A, ROSALES, E, VALENCIA, J, GONZÁLEZ, A, PÉREZ, D, SÁNCHEZ, S, FRANCO, A Y VENCES, C (2011): *Competencia entre maíz y teocintle: efecto en el rendimiento y sus componentes*, Editorial Feijóo, Toluca.

FUERTES, S (2014): *Teosinte en maíz. Situación actual y medidas de erradicación*. Presentación reunión GENUCE. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón.

GOBIERNO DE ARAGÓN (2014): *Coyuntura Agraria de Aragón*. Secretaría General Técnica. Servicio de estudios, Análisis de la información. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón.

GONZÁLEZ, R (2006): “Métodos para el control de de malas hierbas. (I) Culturales”. *Hojas divulgadoras*, Secretaría General técnica. Subsecretaría. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente N° 2119 HD.

GUTIÉRREZ, M. (2015): “Resultados de la red de ensayos de variedades de maíz y girasol en Aragón”. *Informaciones técnicas*. Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario, N° 256, Pág 3-5.

LABANDEIRA, X, J.LEÓN, C Y XOSÉ VÁZQUEZ, M (2007): *Economía Ambiental*. Pearson Educación, S.A., Madrid.

MAGRAMA. (2011): *Resultados técnico-económicos de explotaciones agrícolas de Aragón en 2010*. Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación. Subsecretaría. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAGRAMA. (2012): *Resultados técnico-económicos de explotaciones agrícolas de Aragón en 2011*. Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación. Subsecretaría. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAGRAMA. (2013): *Resultados técnico-económicos de explotaciones agrícolas de Aragón en 2012*. Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación. Subsecretaría. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

MAGRAMA (2014): *Indicadores de precios y salarios agrarios*. Publicación de indicadores de precios y salarios agrarios. Publicación por capítulos. I-Precios percibidos por los agricultores. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es>

PARDO, G, CIRUJEDA, A, BELTRÁN, E, FERNÁNDEZ-CAVADA, S, FUERTES, S, RODRÍGUEZ, E, PERDIGUER, A, AIBAR, J Y ZARAGOZA, C (2014): “El teosinte”. *Informaciones técnicas*. Centro de Sanidad y Certificación Vegetal. N° 4/2014. Gobierno de Aragón.

RIERA, P, GARCÍA, D, KRISTRÖM, B Y BRÄNNLUND, R (2005): *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*. Thomson Editores Spain, Madrid.