



## TÍTULO

**LAS CUBIERTAS VEGETALES EN EL REDISEÑO DEL  
OLIVAR PARA UNA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA**

## AUTORA

**Laia Foraster Pulido**

Directora  
Curso

ISBN

©

©

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2010**

Gloria Guzmán Casado

**Agroecología: un enfoque sustentable de la agricultura  
ecológica (I)**

978-84-7993-173-5

Laia Foraster Pulido

Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 España.

### Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
  - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
  - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- 
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
  - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
  - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

**X MAESTRIA EN AGROECOLOGÍA: UN ENFOQUE SUSTENTABLE DE  
LA AGRICULTURA ECOLÓGICA (2007)**



**LAS CUBIERTAS VEGETALES EN EL REDISEÑO  
DEL OLIVAR PARA UNA TRANSICIÓN  
AGROECOLÓGICA**

ALUMNA: LAIA FORASTER PULIDO

DIRECTORA DE TESIS: GLORIA I. GUZMÁN CASADO

FECHA DE ENTREGA: SEPTIEMBRE 2007

## ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVOS	4
3. PROPUESTA AGROECOLÓGICA Y PARA EL OLIVAR EN ANDALUCÍA	
3.1. Estudios sobre la sustentabilidad del olivar en Andalucía	5
3.2. El olivar ecológico: estructura y función	17
4. ESTUDIO DE CASO: EL OLIVAR ECOLÓGICO DE DEIFONTES	
4.1. Ensayo de cubiertas vegetales en el municipio de Deifontes	35
4.2. Metodología para el cálculo de indicadores técnico-agronómicos.	42
4.3. Resultados y discusión	49
4.4. Conclusiones	68
5. BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	77

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del olivar tiene una gran importancia en España, y en concreto en Andalucía, donde ocupa una extensión del 30,6% de la SAU de esta comunidad y el 42% sobre el total de tierras labradas (IEA 2004). Desde hace varias décadas este cultivo se ha ido adaptando a un nuevo contexto enmarcado en el cumplimiento de las Políticas Agrarias Comunitarias, la condicionalidad en el pago de las ayudas directas y la inminente reducción de las mismas han creado una cierta incertidumbre en el sector. Actualmente, este hecho unido al leve incremento del consumo mundial de aceite, y al alto precio de la mano de obra, son las principales razones para que los olivicultores vayan buscando mayor producción y, en los últimos años, calidad certificada (Guzmán *et al.* 2002a). La importancia económica, social y medioambiental del olivar es evidente. En muchas regiones de Andalucía la olivicultura sigue siendo la principal actividad económica y de generación de empleo. Por desgracia, este cultivo mediterráneo está cada vez más relacionado con la contaminación de las aguas por nitratos y herbicidas y la pérdida de suelo por procesos de erosión (Pastor *et al.*, 1997 y Francia *et al.* 2000) y eutrofización (Gil 2007). En los últimos años ha aumentado la superficie de olivar certificado con producción ecológica e integrada frente a la convencional. La producción de aceite de oliva ecológico supone un sobreprecio importante que puede incrementar la renta del olivicultor y permitirle continuar con la actividad agraria, sobre todo en aquellas zonas más desfavorecidas (Alonso y Guzmán 2006), ya que la diferencia de precio entre el aceite ecológico y el convencional se encuentra entre un 16% y un 52%, superior para el primero (Alonso y Guzmán 2004), en muchos casos este sobreprecio compensa la menor producción que pueda darse en el olivar ecológico respecto al convencional.

La transición del olivar hacia un manejo ecológico se realiza con cierta facilidad, sobre todo en los lugares con una menor intensificación productiva, aunque cada vez más se extiende también a olivares más productivos y de reciente implantación, por lo que el reto de la producción de aceite ecológico en las zonas pioneras desfavorecidas es ofertar aceites de alta calidad (Alonso *et al.* 2002).

Los estudios realizados comparando los distintos manejos que se realizan en el olivar de la provincia de Granada, muestran que el olivar ecológico granadino presenta diferencias estructurales y productivas con respecto al convencional de la provincia y que es el primero el que posee una mayor sustentabilidad, basada en una mayor eficiencia y autonomía energética, un mayor aporte de materia orgánica al suelo y un mayor precio percibido, además de un mejor control de la erosión debido al uso generalizado de cubiertas vegetales. El manejo convencional se caracteriza por ser altamente dependiente de energías no renovables y contribuir a la contaminación y pérdida de suelo y de biodiversidad (Guzmán y Alonso 2004a y 2004b).

La idea de realizar un trabajo de carácter técnico-agronómico con el objetivo de avanzar en las opciones de manejo de las cubiertas como alternativa al suelo desnudo en olivares ecológicos no surge de repente. En el primer capítulo se exponen los precedentes del presente estudio, la mayoría centrados en analizar la sustentabilidad en el manejo del olivar andaluz. Todos estos estudios tienen como protagonistas a agricultores, cooperativas, ayuntamientos y expertos de las principales zonas olivareras de Andalucía, así como a investigadores de diversos centros universitarios y de investigación. El camino emprendido entonces ha dado lugar a muchas publicaciones en

las que se han entrevistado a cientos de personas para comprender la situación del sector e intentar promover un cambio hacia un manejo agroecológico. El primer capítulo es una revisión de los trabajos más relevantes realizados, la mayoría desde el CIFAED, entorno al olivar ecológico durante los últimos diez años. Este análisis general de la situación muestra la importante repercusión social, económica y ecológica que tiene el cultivo del olivar en extensas áreas de Andalucía. A partir de ahí, la evaluación integrada de distintos indicadores de sustentabilidad permite reconocer los puntos fuertes y débiles del agroecosistema olivar en aquellas zonas oleícolas objeto de estudio. El recorrido por la olivicultura de distintas provincias de Andalucía muestra una elevada heterogeneidad en el manejo del olivar ecológico, esa diversidad de prácticas responde a la utilización de los recursos y los conocimientos locales y no es tan común en el olivar convencional, cuyas prácticas son similares en las distintas zonas objeto de estudio. A medida que se caracteriza la estructura y la función del agroecosistema olivar en varias comarcas y se recoge el conocimiento e impresiones de cientos de agricultores, también se realizan jornadas y reuniones y se participa en ferias y congresos con el fin de encontrar, entre todos, propuestas que permitan aprovechar las oportunidades que establece el nuevo enfoque del desarrollo rural sostenible propugnado por la U.E y enfrentarse con garantías a los nuevos retos y demandas de la sociedad (Alonso, A y Guzmán, G., 2004).

Dotar a los olivaderos de la información y las herramientas que les faciliten la toma de decisiones debe encuadrarse en un proceso de investigación acción participativa que suponga, finalmente, propuestas colectivas de cambio social. En este sentido, aparecen los trabajos técnico-agronómicos, que intentan profundizar en el conocimiento del funcionamiento del agroecosistema olivar para poder evaluar posteriormente la mejora socioeconómica y ecológica que supone el hecho de potenciar las interacciones positivas entre los elementos que integran el agroecosistema. Tal como plantean Gallar y Alonso (2004), es necesario aumentar la producción y difusión de investigaciones que resuelvan los problemas o carencias achacados a la agricultura ecológica y que profundicen en la demostración de la mayor sostenibilidad de la agricultura ecológica entendida desde un punto de vista amplio y no desde la simple sustitución de insumos. Algo a lo que deben ayudar los propios agricultores ecológicos, pero dotándoles de un arsenal de razones y, especialmente, de resultados para aumentar su autoestima y para dar una visión más cercana e informada sobre la AE a sus vecinos (Mudarra y Alonso 2006).

Tras analizar la sostenibilidad del olivar de la provincia de Granada, Guzmán y Alonso (2004a) plantean propuestas a nivel predial, local y político para la mejora de los atributos de sostenibilidad del olivar granadino. Una de las propuestas a nivel predial es el uso de cubiertas vegetales como alternativa al manejo desnudo del suelo, por la mejora que supone en el estado de éste y en la fertilización del cultivo. La adopción de esta práctica se ve limitada en algunas de las zonas de estudio por los problemas técnicos y las dudas que se les plantean a los agricultores y que giran entorno a una cuestión fundamental: la competencia por el agua y los nutrientes entre la cubierta y el olivo. La parte central de este trabajo presenta los resultados obtenidos durante el último año de trabajo de campo en un olivar de la comarca de Iznalloz, concretamente en el municipio de Deifontes, donde se ensayan distintas cubiertas vegetales de leguminosas desde hace cuatro años. La finca donde se lleva a cabo el ensayo, se maneja de forma ecológica desde hace quince años.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

### Objetivos generales.

1. Ofrecer información primaria y secundaria que pueda contribuir a la mejora de la sustentabilidad del olivar andaluz y, específicamente del olivar ecológico.

### Objetivos específicos.

1. Revisar los antecedentes agroecológicos del trabajo técnico-agronómico.
2. Analizar los datos técnico-agronómicos recogidos en el cuarto año de ensayo de cubiertas vegetales, llevado a cabo en Deifontes (Granada).

Se trabaja con la idea de que las cubiertas vegetales en el olivar suponen una mejora de la sustentabilidad de estos sistemas agrarios.

### 3. PROPUESTA AGROECOLÓGICA Y PARA EL OLIVAR EN ANDALUCÍA

#### 3.1. ESTUDIOS SOBRE LA SUSTENTABILIDAD DEL OLIVAR EN ANDALUCÍA.

Las siguientes páginas son un levantamiento de la situación del olivar en Andalucía y concretamente en Granada y en áreas de montaña. Los estudios que se revisan a continuación utilizan técnicas de Investigación-Acción-Participativa como encuestas, entrevistas abiertas, grupos de discusión, jornadas de formación y visitas a fincas, etc. Todo ello para ofrecer una panorámica de la situación de estos sistemas agrícolas y cómo se articulan con las comunidades, los mercados y su entorno natural. Para evaluar la sustentabilidad, el método más utilizado en estos trabajos es el MESMIS. Por otro lado, también se han realizado estudios técnico-agronómicos para avanzar en las opciones de manejo de las cubiertas vegetales.

Como plantea Víctor M. Toledo, desde el momento en que los habitantes rurales son primariamente productores que se enfrentan a la vez a fuerzas naturales y sociales, son actores económicos dentro de un contexto económico y ecológico. Por consiguiente, cualquier análisis de la producción rural y campesina debe incluir ambas variables, económica y ecológica, que afectan a este proceso.

Los estudios que analizamos a continuación abordan tres dimensiones de la agroecología: la ecológica, al profundizar en el conocimiento del agroecosistema olivar y aplicar los conceptos y principios que aporta la ecología para el diseño de sistemas sustentables de producción. La dimensión social, al captar la percepción de los actores implicados en el sector, cómo se relacionan con su comunidad local y el mercado, sus inquietudes y su manejo de los recursos naturales. Y por último la dimensión económica, al analizar los flujos de materiales y energía del agroecosistema, además de analizar su viabilidad económica.

Hace 10 años se emprende un interesante estudio en la comarca de los Pedroches (Córdoba), donde se concentraba entonces el 58% del olivar ecológico de Andalucía. El estudio analiza la situación del olivar de montaña en la comarca de los Pedroches comparando el manejo ecológico y convencional a partir de un balance económico (Alonso y Guzmán 2003). Se entrevistaron 59 olivares entre ecológicos y convencionales. Se puede ver como muchos olivares optan por el manejo ecológico, por dos motivos básicamente: la pérdida de rentabilidad de los olivares convencionales y el deterioro de los recursos naturales. Se trata de una zona con suelos pobres y pendientes, de bajos rendimientos, con una población envejecida y falta de relevo generacional. Los olivares de la zona se agrupan entorno a la cooperativa Olivarrera Los Pedroches, que ofrece numerosos servicios a los socios permitiendo reducir los costes de producción a la vez que realiza una buena gestión comercial que se inicia con el envasado de aceite de alta calidad para su venta nacional y para la exportación. El manejo ecológico se caracteriza por el empleo de trampas artesanales para el control de la mosca del olivo; la siembra de leguminosas como cobertura; la introducción de ganado ovino en el olivar o la utilización de tracción animal; prácticas que en algunos casos también realizan los olivicultores convencionales. El análisis refleja como los resultados económicos del olivar ecológico son un 48% superiores al convencional que a su vez supone unos menores costes e ingresos. El mayor coste en ambos manejos lo representa la mano de obra siendo un tanto mayor en el ecológico al realizar varias labores de forma manual (siembra, abonado, trampeo...). Tras la mano de obra, los

factores de producción y las labores implicadas en la fertilización y el control de plagas tienen un peso importante, implicando unos costes superiores para el manejo ecológico. Algunos costes añadidos para los olivicultores ecológicos son el pago a la certificadora y la semilla para las cubiertas. Por otro lado, los mayores ingresos en el olivar ecológico se deben al arrendamiento de pastos, la venta de aceitunas con un precio superior al convencional y las ayudas percibidas por medidas agroambientales y agricultura ecológica. Así pues, el manejo ecológico del olivar está contribuyendo positivamente al desarrollo rural de la comarca, obteniendo beneficios adicionales respecto al manejo convencional y creando empleo. Esta concentración de la producción de olivar ecológico en los Pedroches con la integración de ganado ovino, ha estimulado la creciente demanda de pienso ecológico y el incremento de la superficie de cultivos extensivos, pastos y dehesas para la alimentación de la ganadería ecológica en auge.

Este estudio se enmarcó dentro de una tesis doctoral (Alonso 2003) que aborda el análisis de la sostenibilidad del olivar en los Pedroches. De ahí se desprenden otros trabajos en la misma línea (Alonso y Guzmán, 2000; Sánchez J.L, 2004). Ambos estudios utilizan la metodología del MESMIS propuesta por Maserá et al. (1999). Aunque los criterios de diagnóstico e indicadores utilizados en cada caso son un tanto distintos, existen claras coincidencias para algunos de ellos. La evaluación integrada de los indicadores en ambos trabajos, determina que el manejo ecológico del olivo en esta comarca cordobesa es más sustentable que el convencional. La productividad media resulta ligeramente inferior para los olivares ecológicos aunque este manejo es el que resulta en una mayor rentabilidad y estabilidad económica además de brindar un mayor número de alternativas posibles de fuentes de ingresos. También es el manejo ecológico el que posee una mayor autonomía y eficiencia energética pero a la vez una mayor dependencia de subsidios. Por otro lado coinciden en que el manejo convencional es menos sustentable en cuanto acentúa los problemas erosivos, reduce la diversidad de flora y fauna e implica un mayor consumo de energía fósil. Se pone de manifiesto que existen muchos interrogantes y posibles mejoras a llevar a cabo en el manejo ecológico del olivar, tanto a nivel de finca como a nivel local y a más largo plazo mejoras relacionadas con las decisiones políticas. A nivel de finca se propone el aumento de la fertilización; la aplicación de materia orgánica; la siembra de abonos verdes; la introducción de ganado; el aumento del uso de trampas contra mosca y el picado de los restos de poda. No todas las recomendaciones llevan aparejadas ineludiblemente la mejora de todos los criterios de diagnóstico, existiendo efectos contrapuestos en algunos de ellos e interrogantes que deberían testarse, tales como las externalidades generadas por el picado de restos de poda que por un lado son positivas por la adición de materia orgánica y la prevención de la erosión pero por otro lado, implica un mayor uso de energía fósil y un efecto negativo en relación al cambio climático. Otra práctica que claramente debe aportar beneficios al agroecosistema olivar es la siembra de cubiertas vegetales, pero la adopción de esta técnica por parte de los agricultores se ve limitada por interrogantes sobre el manejo de las mismas entre los que destacan los siguientes: cuál es el momento adecuado para eliminar la cubierta para que no perjudique al olivo; que especies y variedades se deben sembrar; es mejor incorporar los restos de la cubierta o dejarlos en superficie o qué tipo de ganado y qué manejo requiere para que su introducción en el olivar sea eficaz.

A escala local se proponen acciones como la maduración y el compostaje de alpeorajo, el asociacionismo de productores para la compra conjunta de maquinaria y el establecimiento de fórmulas de colaboración con otras almazaras para el envasado y/o comercialización conjunta del aceite. Otra serie de propuestas que fortalecerían la

sostenibilidad al mejorar los criterios de diagnóstico tienen dimensión política; este es el caso de la planificación de la investigación, formación y extensión agrarias que permitan mejorar la capacidad de decisión de los agricultores. También sería importante fomentar las energías renovables y el reciclado de residuos agrarios en general.

Teniendo en cuenta que la metodología utilizada en los estudios anteriores limita su universalización y que cada zona olivarera tiene sus propias características se hace necesario emprender al mismo tiempo proyectos similares en otras zonas olivareras andaluzas como el de la comarca de Iznalloz en Granada (Guzmán, Serrano, y Alonso, 2002ab) y el de la comarca de Sierra Mágina en Jaén (Alonso, Guzmán y Serrano, 2002).

En la comarca de Iznalloz (Granada) se realiza la evaluación de la sostenibilidad del manejo ecológico, integrado y convencional en los municipios de Deifontes y Colomera. En el primer municipio predomina el olivar de regadío mientras que en el segundo este cultivo es de secano.

En el municipio de Deifontes se realizan 14 entrevistas entre agricultores ecológicos e integrados que tienen olivar de regadío, se trata de una zona de olivar más intensivo que el realizado en el municipio de Colomera, donde encontramos olivar de secano y donde se realizan 11 entrevistas entre manejo ecológico y convencional.

Aunque la producción media en regadío es superior para el olivar ecológico que para el integrado, los mayores beneficios obtenidos en el balance total son para este último manejo. Ocurre lo contrario en el olivar de secano del municipio de Colomera, en este caso la producción media es ligeramente superior en el manejo convencional, pero la producción de aceite es similar en ambos casos, dado el mayor contenido en grasa de la aceituna ecológica. Los resultados económicos son más positivos para los sistemas de secano manejados ecológicamente.

En cuanto a la eficiencia en el uso de la energía no renovable en el olivar de regadío, ésta es superior que para el manejo integrado, sin embargo éste último consume cinco veces más energía no renovable que el manejo ecológico en cuanto al uso de plaguicidas y fertilizantes. El mayor consumo de energía no renovable en el caso del ecológico es debido al uso de maquinaria y al esparcido manual del compost, y por otro lado, al mayor laboreo del suelo para controlar la flora adventicia. Para disminuir el tiempo de esparcido se propone hacer una incorporación bienal o trienal del compost y emplear un remolque esparcidor de estiércol; también se podría disminuir la necesidad de aplicación de compost empleando cubiertas vegetales leguminosas o mezcla de leguminosa-gramínea con la disminución del número de pases de labor a realizar durante el año.

La eficiencia energética en el uso de la energía no renovable en el cultivo de secano es mayor para la producción ecológica debido al abandono de los productos químicos de síntesis. A pesar de la mayor eficiencia en el uso de la energía fósil de la producción ecológica, ésta emplea una mayor cantidad absoluta en lo que se refiere a la mecanización de las labores agrícolas debido a la tendencia de estos agricultores a mantener el suelo del olivar completamente libre de flora espontánea a base de pases de grada o de cultivador, lo que implica mayor número de pases que si se eliminara con herbicidas, y también un mayor gasto energético por pase. Esta práctica es negativa desde el punto de vista energético pero también por aumentar la pérdida de suelo por erosión y la capacidad de potencial productivo. En este caso sería necesaria la implantación de cubiertas vegetales durante los meses de otoño hasta que se inicie la competencia por el agua con el olivo.

El olivar ecológico del municipio de Deifontes implica un mayor coste económico, así el coste de producción integrada es el 60% del coste del ecológico, debido fundamentalmente a la diferencia de coste en la fertilización, siendo en general las demás tareas similares en coste monetario. Los agricultores ecológicos incurren en un coste ligeramente mayor en el desyerbado que los integrados, debido fundamentalmente a un uso mayor de maquinaria, y de mano de obra. La fertilización es la tarea que más diferencia a ambos tipos de manejo en esta zona, como ya se ha visto en el balance energético, por el aporte manual de estiércol además del aporte con cuba de fertilizantes foliares, lo que también implica un alto coste. En la poda y el desvareto, los agricultores integrados realizan un mayor uso de mano de obra ya que realizan estas prácticas de forma más severa.

La diferencia total de costes es pequeña entre los dos manejos diferenciados en el olivar de secano de Colomera.

La mano de obra empleada en el olivar de secano de Colomera es superior en el caso ecológico en un 25%. En el caso del olivar de regadío de Deifontes la producción ecológica implica un aumento de jornales de un 22,6%. El agricultor no valora económicamente las horas que consume en el campo trabajando; sólo tiene en cuenta el intercambio monetario puesto en juego en la explotación, independientemente del manejo. El aumento de jornales de la producción ecológica es percibido como aumento del autoempleo, ya que esperan que el mayor precio al que acceden, los compense del sobreesfuerzo. Esta situación es positiva para la olivicultura familiar y desde el punto de vista del desarrollo rural sin embargo puede ser percibida como negativa por aquellos olivicultores que emplean mano de obra contratada, no tanto por el precio de ésta como por la dificultad de encontrar trabajadores.

Es imprescindible reducir los costes para asegurar la viabilidad de la producción ecológica, sobre todo en el caso de olivar de regadío, lo que implica una racionalización de la fertilización y un mejor manejo del suelo. El uso de cubiertas vegetales en cualquiera de los manejos estudiados conllevaría un ahorro importante de energía fósil, la reducción de la erosión, la mejora del almacenamiento del agua en el suelo y por tanto la reducción de los costes económicos. La introducción en la zona de estas prácticas pasa por mejorar la formación del olivarero ecológico y el asesoramiento que recibe, para que supere el proceso de conversión adaptando el manejo de su finca con criterios agroecológicos. También se debe hacer el esfuerzo de adaptar y potenciar el uso de energías renovables en las tareas agrícolas.

La evaluación concluye que aunque el manejo ecológico de regadío es más sostenible que el integrado, ambos manejos son insostenibles y el manejo ecológico no es el adecuado, sobre todo por el uso de maquinaria y por la planificación de la fertilización que actualmente llevan a cabo. Se deben mejorar ambos manejos para lograr la sustentabilidad del medio. La evaluación de la sostenibilidad del olivar de secano de Colomera muestra una mayor sustentabilidad para el manejo ecológico frente al convencional. Este manejo se acerca más a lo que representa un tratamiento ecológico al olivar, frente al ecológico llevado a cabo en Deifontes.

En el caso del estudio de Sierra Mágina (Jaén), se realizan entrevistas en los municipios de La Guardia, Huelma y Cambil; de un total de 60 entrevistas abiertas semiestructuradas resultaron dos grupos de comparación en función del régimen hídrico, obteniéndose 13 y 10 entrevistas de secano, y 18 y 20 de regadío, de explotaciones de olivar ecológico y convencional respectivamente. En este trabajo la situación del olivar de la comarca se analiza con el método MESMIS.

En esta comarca el motor fundamental de la actividad económica ha sido la relacionada con la producción oleícola, la cual sigue siendo un eje económico en muchas localidades de Mágina en las que más del 70% de la actividad gira entorno a ésta. Se trata de una zona de suelos pobres y pendientes.

Para el olivar de secano, el análisis final de la sostenibilidad nos indica que el manejo más sostenible es el ecológico. Sin embargo, esto no significa que este manejo sea el adecuado. La instalación de una cubierta vegetal en ambos casos contribuiría a la disminución de una serie de costes como el laboreo, herbicidas en el caso del olivar convencional, la pérdida de suelo y de fertilidad, además de bajar el consumo de energía fósil. Es aún en la zona un problema de conocimiento, ya que los agricultores no confían el que el olivar produjera como lo viene haciendo, si se le coloca una cubierta. Sus temores son los usuales: competencia por agua y nutrientes. La reducción de la erosión se traduciría en un ahorro de la fertilización, al no perder nutrientes por este proceso erosivo. Si añadimos además el reciclaje de los residuos procedentes de la recolección y la poda/desvareto, se aumentaría la autonomía con respecto al exterior, se frenarían los procesos degradativos que derivan del uso de energías no renovables, y se ahorrarían costes. Todos estos aspectos que se comentan de manera general son aplicables a ambos tipos de manejo del olivar, el ecológico y el convencional. En cualquier caso, si los costes son similares en ambos manejos, y la producción física también, no hay razón aparente para no hacer un manejo respetuoso de los recursos naturales de manera ecológica, con todos los beneficios que a medio y largo plazo se derivan.

Para el olivar de regadío de Sierra Mágina los resultados que se muestran son que el olivar ecológico tiene un mayor valor de sostenibilidad que el convencional. Aunque el olivar ecológico tuvo una mayor puntuación frente al convencional, lo cierto es que estamos ante la misma situación que el olivar de secano, ya que ambos manejos deben caminar hacia una mayor sostenibilidad. En este caso, el riego es muy importante en el proceso de producción, tanto económica como energéticamente para ambos manejos, representando entorno a un 19% de los costes totales. Se destaca el hecho de que este coste debido al riego no parece traducirse en mayores ganancias económicas relativas respecto al secano, por lo que se podría prescindir de un gasto tan elevado (o reducirlo), teniendo en cuenta que el olivar es un cultivo adaptado al secano tradicionalmente. La disminución del desyerbe, cada modalidad de una determinada manera, y una correcta fertilización es indispensable para obtener la sostenibilidad del olivar a lo largo del tiempo. El mismo comentario que en el caso de secano, referente al manejo de cubiertas vegetales vivas adecuadas a la zona, es perfectamente válido en este caso.

En 2005 se presenta en el VI Congreso de la SEAE un estudio de caracterización estructural y tecnológica de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada y una evaluación de su sustentabilidad en relación a la olivicultura convencional (Guzmán y Alonso, 2004a y 2004b). Se realizaron 100 entrevistas entre agricultores ecológicos y convencionales en varias comarcas granadinas quedando excluida del estudio la comarca de Iznalloz por haber sido estudiada en otro proyecto (Guzmán, Serrano y Alonso, 2002a y 2002b).

El estudio comienza analizando la distribución geográfica y la estructura productiva de la olivicultura ecológica y convencional de Granada. Los autores destacan que mientras que en la comarca del altiplano granadino se concentraba en 2003 el 52% de los olivareros ecológicos de la provincia, y sigue siendo creciente su importancia, en Las Alpujarras, Guadix e Iznalloz ha descendido en términos relativos pasando de suponer el 44% entre las tres, al 27%. La comarca de Iznalloz tiene una gran tradición

olivarera y es significativa la escasa presencia de producción ecológica, disminuyendo además su representación relativa en estos últimos años. En el caso de Iznalloz esta caída porcentual ha significado el paso del 16 al 10% de los olivareros ecológicos de la provincia. En Guzmán, Serrano y Alonso (2002ab) ya se ponía de manifiesto los problemas de sustentabilidad de la producción ecológica en esta comarca, sobre todo en el municipio de Deifontes. Una parte importante de los problemas de manejo mencionados en estos artículos se ha solucionado; no obstante, quedan por resolver problemas de tipo social y de percepción de la producción ecológica por la población de esta comarca.

El olivar ecológico granadino presenta diferencias estructurales y productivas con respecto al convencional de la provincia. Destaca la menor edad de los titulares ecológicos, y su menor dedicación a la agricultura a título principal. Sus explotaciones suelen ser pequeñas y medianas, preferentemente situadas en comarcas de menor tradición olivarera donde predominan las nuevas plantaciones. Estas últimas circunstancias influyen en otras características como el menor grado de parcelación y pendiente, o la mayor presencia de riego. Sólo el 25% de los olivos ecológicos de las explotaciones entrevistadas están en plena producción, el resto son nuevas. Esto significa que una parte importante del aceite con certificación ecológica no ha salido aún al mercado, al que debe sumarse el alto porcentaje del olivar que está en reconversión con respecto al ecológico. La diversidad varietal está relacionada con las comarcas y con la tradición olivarera en ellas, y no con la variable convencional/ecológico.

Las técnicas de manejo empleadas en el olivar ecológico y convencional de Granada se diferencian principalmente en el manejo del suelo y la fertilización. Aproximadamente una cuarta parte de los agricultores ecológicos entrevistados manejan el suelo con cubierta vegetal sembrada y control mecánico o a diente. Se siembra la cubierta aprovechando las primeras lluvias de otoño, realizando la incorporación o siega entre finales de marzo y mayo. La siega a diente se realiza con ganado ovino y equino principalmente. En siete de estas explotaciones se utilizan cubiertas sembradas con especies como la veza (*Vicia sativa*), la moruna (*Vicia articulata*), las habas (*Vicia faba*), la avena (*Avena sativa*), la alfalfa (*Medicago sativa*), los yeros (*Vicia ervilia*) y las lentejas (*Lens culinaris*). Es destacable el uso de dos especies tradicionales de la provincia, como son el yero y la moruna. Otra alternativa es la de segar mecánicamente la cubierta en junio y utilizarla como forraje para alimentar al ganado, el resto de los olivareros incorporan los residuos al suelo en abril-mayo con cultivador preferentemente.

Sin embargo, el manejo más extendido consiste en mantener la cubierta vegetal adventicia y controlarla mecánicamente o a diente entre marzo y mayo. En la mayoría de los casos se incorpora la cubierta con cultivador y/o rastra de dos a tres veces al año. En cuatro casos el control es siempre mediante siega con desbrozadora y en tres de los casos el control se basa en la siega de la cubierta mediante la introducción de ganado, sin laboreo o como máximo uno en primavera-verano.

El tercer manejo, realizado por 4 de los ecológicos entrevistados, consiste en tener el suelo limpio durante todo el año mediante cuatro o cinco pases de labranza, complementado en algunos casos por una cava manual de pies.

La utilización de compost de alpeorujos en la fertilización se realiza únicamente en la comarca de Iznalloz, desperdiciándose en las demás comarcas este recurso, interrumpiendo parte del reciclaje de nutrientes en el que se basa la fertilización del

olivar. En cuanto al picado y esparcido de los residuos de desvareto sólo se practica por un 6% de los olivaderos de los ecológicos entrevistados.

El reciclaje de nutrientes a través de la cubierta vegetal incorporada al suelo o a través del ganado se lleva a cabo por casi la totalidad de explotaciones. Las enmiendas orgánicas utilizadas son estiércol y compost comercial y se aplican de forma anual o bienal. El estiércol tiene un coste menor pero su aplicación conlleva más trabajo que la del compost; algunos agricultores compostan el estiércol ellos mismos volteándolo y humedeciéndolo. El estercolado es el manejo más extendido y a menudo es resultado de una relación de intercambio entre ganaderos y olivaderos por trabajo y/o comida para el ganado. En 20 de los casos estudiados se complementa la fertilización con la aplicación de abono líquido por vía foliar, patentkali o cloruro de potasio. En algún caso se inyecta *Azotobacter* (bacteria fijadora de N<sub>2</sub>) al suelo.

El manejo del suelo de los olivaderos convencionales es muy similar entre ellos, y está basado en el laboreo mecánico y el uso de herbicidas. La mayoría realiza 3 pases de labor al año y aplican herbicida en el 73% de los casos una o dos veces al año.

El 42% de los olivaderos ecológicos entrevistados no realiza ningún tipo de tratamiento para plagas o enfermedades porque no tienen problemas. El resto realiza uno o dos tratamientos preventivos para el repilo, y la mosca resulta un problema secundario. Por el contrario, los convencionales realizan de 1 a 4 tratamientos fitosanitarios al año en el 86% de los casos.

La separación de la aceituna del vuelo y el suelo está bastante extendida en ambos manejos, aunque se sitúa por encima en el manejo ecológico. La alta adopción de esta práctica muestra una elevada concienciación respecto a las repercusiones del manejo durante la recogida con respecto a la calidad del aceite.

Una vez caracterizados ambos tipos de producción y diferenciadas las técnicas utilizadas en cada caso, se mide la sustentabilidad de forma comparativa: convencional frente a ecológica. La evaluación de la sustentabilidad se realiza a través de los atributos de productividad, resiliencia-estabilidad y autonomía que han precisado de la definición y el cálculo de los indicadores oportunos (productividad física por unidad de superficie, estado del suelo, creación de empleo...), que recibirán una u otra puntuación según el caso pudiendo discutir la sostenibilidad de ambos manejos sobre un gráfico AMEBA.

La productividad física por unidad de superficie es similar, al igual que los costes de producción por hectárea para ambos manejos. La recolección es la labor que conlleva un mayor coste, siendo ligeramente inferior para el caso de los ecológicos; esto puede deberse a que una mayor proporción de éstos no recogen la aceituna del suelo. El coste del laboreo es superior para los convencionales ya que realizan más pases de labor al año. Mientras que los costes por abonado al suelo son superiores en el ecológico, por el trabajo que supone la aplicación de estiércol o compost y la siembra de cubierta vegetal, frente a la simple aplicación de fertilizantes químicos, el abonado vía foliar supone unos mayores costes para los olivaderos convencionales ya que realizan esta práctica de forma más habitual. Los tratamientos insecticidas son más caros para los productores convencionales, al igual que el coste por desyerbe que es realizado casi exclusivamente mediante el uso de herbicidas. El índice de eficiencia de la energía no renovable es mayor para la producción ecológica, este ahorro de energía no renovable se debe sobre todo al menor uso de productos industriales como los fertilizantes químicos. La fertilización del olivar ecológico es más generosa en nitrógeno que la convencional y este último manejo presenta una mayor eficiencia en cuanto a productividad física por unidad de fertilizante nitrogenado. La fertilización en el olivar ecológico cubre las

necesidades de las extracciones realizadas por el olivar, en cambio el olivar convencional cubre las necesidades de nitrógeno y fósforo, pero existe déficit de potasio, ya que muchos olivares basan su fertilización en el nitrógeno. El mayor aporte de nitrógeno en el ecológico se debe sobre todo al mayor uso de cubiertas vegetales leguminosas, estrategia que permitiría disminuir los aportes de estiércol y compost; o esparcirlos cada dos años para que no hubiera exceso de este elemento que corre el riesgo de lixiviarse hacia las aguas subterráneas. También contribuiría a bajar los costes. En cuanto al balance de materia orgánica el porcentaje de necesidades cubiertas con los aportes de humus es muy bajo en el caso del convencional (6%), mientras que en el ecológico las aportaciones cubren el 51% de las necesidades. El aumento de los aportes sin incrementar apenas los costes de producción, pasa por generalizar la incorporación de los restos de poda triturados. La maquinaria necesaria para triturar los restos de poda debería adquirirse de forma común para reducir su coste. La olivicultura convencional genera 116 jornales por hectárea al año pero se trata de una diferencia muy pequeña con el ecológico que genera 113 jornales al año. En cuanto a la equidad en el intercambio entre el sector agrario y el resto de sectores económicos se puede decir que en el mercado de Granada el precio medio del convencional se sitúa cara al consumidor en un 66,8% del precio ecológico. El porcentaje de autonomía se ha calculado como energía de entrada con origen local entre la total que entra en el agroecosistema. La ecológica muestra un porcentaje de autonomía de 72% frente a 10% de la producción convencional.

De este modo, el mayor valor obtenido para los atributos de sostenibilidad lo recibe el olivar ecológico de Granada que aún ser el manejo más sostenible puede mejorar bastante. Estas mejoras pasan por una mejor planificación de la fertilización, generalizándose el uso de cubiertas vegetales con leguminosas y disminuyendo los aportes directos de enmiendas orgánicas. Por otro lado, la producción convencional, debe mejorar mucho el manejo del suelo ya que el mantenimiento continuo del suelo desnudo y la no incorporación de materia orgánica, lo hacen muy sensible a la erosión y disminuyen su fertilidad natural. También el uso de plaguicidas permite una biodiversidad muy baja, con ausencia de fauna auxiliar útil en el control de las plagas del olivar. En ambos casos, se desperdician recursos locales (alpeorajo, restos de poda, etc) que de este modo se convierten en origen de contaminación medioambiental. El ajuste en la fertilización, sobre todo nitrogenada, se muestra como el reto de los productores ecológicos granadinos, tanto por su posible efecto sobre la contaminación de las aguas, como por la reducción de costes que podría ocasionar.

En el año 2004 aparece publicado un manual de olivicultura ecológica en el que se aborda el concepto de sostenibilidad desde una perspectiva multidimensional aplicada al manejo del olivo. Contemplando cuestiones sociales y ambientales ligadas a la agricultura y la ganadería. En el sexto capítulo de este manual se definen los atributos de sostenibilidad sobre el que se basa el estudio agroecológico del olivar (Alonso y Guzmán, 2004):

*Productividad:* ésta se define como la cantidad de energía obtenida por unidad de energía no renovable utilizada. El 85% de la energía consumida en la agricultura se debe al uso de fertilizantes y a la combustión de diesel. La progresiva sustitución de la energía renovable, está reduciendo la eficiencia energética de la producción agraria y de la producción de aceite de oliva en particular (López y Naredo, 1996; Alonso, 2003). Comparando la eficiencia energética entre convencionales y ecológicos, se obtiene una mayor eficiencia para los ecológicos por una menor intensidad en la realización de labores del suelo y la menor utilización de productos químicos de síntesis industrial. El

laboreo excesivo y la aplicación de grandes cantidades de materia orgánica disminuye la eficiencia del ecológico. Sin la maquinaria adecuada están reduciendo la eficiencia energética del olivar ecológico. Por otro lado, la menor eficiencia la tienen los olivares con riego a goteo, ya que el riego puede suponer hasta el 50% de la energía no renovable utilizada.

*Estabilidad y resiliencia:* la evaluación del balance de materia orgánica y de la diversidad vegetal del olivar permite analizar estos dos parámetros de sostenibilidad. Es el manejo inadecuado del suelo lo que provoca su degradación biológica, reduciendo la diversidad y actividad de los microorganismos, la flora y la fauna existente. En cuanto al balance de materia orgánica, la energía se almacena en la biomasa viva o muerta, principal fuente de energía para el suelo lo que se traduce en un efecto favorable en la fertilidad y conservación de los suelos del olivo (Pajarón 1998).

La cantidad de materia orgánica en el suelo es la diferencia entre la biomasa total recibida y la biomasa y el humus mineralizados. Los suelos de los olivares convencionales presentan balances de materia orgánica muy pobres, esto es debido a la no adición de este material unido a una mayor intensidad de laboreo del suelo y la aplicación de herbicidas. En todos los casos, el olivar ecológico, tiene un mayor contenido de M.O, lo que está relacionado con un menor laboreo del suelo, la no aplicación de herbicidas y el mayor empleo de M.O a través de residuos sólidos compostados o abonos orgánicos comerciales, al mantenimiento y siega de la cubierta vegetal entre calles y al picado de los residuos de poda.

En los sistemas con baja diversidad, la resiliencia o capacidad de recuperarse de perturbaciones es menor. Los olivareros ecológicos muestran una mayor diversidad vegetal (índice de cobertura y número de especies presentes) relacionado con la no aplicación de herbicidas y el mantenimiento de la cubierta vegetal segada o a diente. Esto influye positivamente en el reciclaje de la M.O, la disminución de la pérdida de suelo, el aumento de la fauna auxiliar (mayor abundancia de himenópteros) y el aumento de refugios y alimento alternativo.

*Equidad:* efectos positivos y negativos del olivar en la sociedad y para las generaciones futuras. Al escasear la energía no renovable aumentan los precios de los productos manufacturados, impidiendo el acceso a buena parte de la humanidad además de provocar externalidades ambientales negativas como el cambio climático.

La pérdida de suelo por erosión es provocada por factores como la intensidad de la lluvia, las propiedades físico-químicas del suelo, longitud y pendiente del terreno, cobertura del suelo y prácticas de cultivo, entre otras. En Andalucía un 44% de la superficie de olivar se enfrenta a un riesgo grave de erosión y un 35% a un riesgo moderado. En el olivar andaluz se han estimado unas pérdidas de suelo del orden de 80 tn/ha y año (López-Cuervo, 1990), las cuales están relacionadas con la eliminación de la flora arvense con herbicidas y pases frecuentes de maquinaria, empleo de fertilizantes minerales, quema de residuos de poda, entre otros. Para reducir la pérdida de suelo es fundamental el mantenimiento de una cubierta que protege frente a los efectos erosivos reduciéndolos a la vigésima parte con la cubierta adecuada (Fassbender y Bornemisza, 1987). Ya que el mantenimiento de la cubierta vegetal y la adición de materia orgánica es más habitual en el manejo ecológico, será en estos olivares donde la erosión sea menor.

La degradación de la atmósfera debida a la emisión de CO<sup>2</sup> y otros gases está relacionada básicamente con la combustión de energía fósil. El manejo que requiere un mayor consumo de energía no renovable es el convencional, serán entonces los olivares

convencionales los que contribuyen más negativamente al efecto invernadero y al cambio climático.

En cuanto a la contaminación de los recursos hídricos por abonos químicos (sobre todo nitratos y fosfatos), lixiviación (N más móvil) y arrastres (con los sedimentos), hay que recordar en primer lugar que al aumentar la superficie en regadío, aumenta el consumo de fertilizantes para aumentar la producción lo que conlleva un aumento de la contaminación de las aguas. También los productos fitosanitarios contaminan el agua tanto superficial como subterránea. El empleo de abonos orgánicos y la práctica eliminación del uso de plaguicidas químicos en el olivar ecológico puede contribuir a la reducción de estas externalidades negativas sobre el agua.

La simplificación del cultivo del olivar en las plantaciones modernas ha degradado la diversidad genética por la tendencia a la reducción varietal en el olivar, donde cada vez más, las variedades utilizadas son dos (Picual y Hojiblanca) frente a las 10 que se utilizaban tradicionalmente.

Los efectos nocivos sobre los seres vivos son evidentes dada la proliferación de estudios médicos que evidencian la relación entre el contenido de ciertos contaminantes en las personas con enfermedades en lactantes, disminución de la fertilidad en adultos y problemas en la formación del feto.

*Autonomía:* en este caso la autonomía energética, permite mostrar desde el punto de vista de la sostenibilidad, el grado de dependencia que tiene el olivar de la energía externa de su entorno. Esta implicación energética es fácilmente trasladable al terreno económico: si la principal fuente energética actual (el petróleo) sufre un incremento en su precio, los sistemas productivos que menos dependan de aquella, tendrán mayor autonomía y, por tanto, sostenibilidad. Si se analiza el porcentaje de la energía de origen local respecto a la total empleada en olivares ecológicos y convencionales, se muestra de forma absoluta una mayor autonomía energética de los primeros. Las diferencias son debidas al uso de estiércol y alpeorajo compostado en muchas explotaciones ecológicas y al uso de fertilizantes y plaguicidas químicos en el convencional. El limitante más importante para conseguir una mayor autonomía en ambos manejos lo constituye el uso de maquinaria, cuyo componente energético mayoritario es el gasto de combustible. Por todo ello, la aplicación de materia orgánica endógena y la extensión de la siembra de leguminosas fijadoras de nitrógeno como abono verde, permitiría incrementar el grado de autonomía energética del olivar, tanto convencional como ecológico.

*Adaptabilidad cultural:* la adaptabilidad al entorno económico y biofísico, por medio de procesos de innovación y aprendizaje e, incluso, de recuperación de técnicas y/o tecnologías tradicionales, así como del conocimiento asociado a las mismas. Las labores que diferencian el manejo ecológico del convencional son la siembra de leguminosas, el pastoreo de ganado y la preparación de trampas para el control de la mosca del olivo. La siembra de leguminosas, además de sus ventajas agronómicas (fijación de nitrógeno, mejora del suelo...), tiene la particularidad de ser una tecnología que puede ser replicada por el olivarero. El uso de especies y variedades de leguminosas adaptadas localmente fortalecen considerablemente los procesos de aprendizaje y capacitación, pudiendo escoger los agricultores aquellas variedades que más se adecuan a sus condiciones productivas, mejorando la adaptabilidad cultural de esta tecnología. La introducción del ganado, ovino principalmente, en el olivar tiene por objetivo básico la eliminación de hierbas que compiten con el olivo por el agua en los periodos de escasez hídrica. Este pastoreo puede suponer un ingreso adicional para el olivarero, mientras que el ganadero, obtiene el alimento para sus reses que, de ser de producción

ecológica, encuentran tanto en la vegetación herbácea como en los restos de poda un producto idóneo para su consumo. Esta actividad presenta una alta reproducibilidad al tratarse de un manejo de materia viva. En cuanto a la colocación de trampas para la mosca, hay que señalar que la idea de hacer unos orificios a una botella de plástico e introducirle el atrayente que empleaban los técnicos en los ensayos se le ocurrió a un agricultor, naciendo así la denominada trampa “tipo OLIPE” en 1998, mostrando una alta efectividad y eficiencia. Su origen mixto, científico y tradicional, así como el hecho de que la mayor parte del coste del tratamiento (mano de obra) sea reproducible, señalan una alta capacidad de innovación y adquisición de conocimientos.

Otro estudio interesante, es el que se presenta en el VII congreso de la SEAE (Zaragoza 2006) donde se analiza el desarrollo de la producción ecológica en áreas de montaña (Mudarra y Alonso, 2006), concretamente en 8 parques naturales, donde se realizan 793 encuestas en total, además de entrevistas a los agentes sociales relevantes (Ayuntamientos, Oficinas Comarcales Agrarias, etc.). Este estudio social va encaminado a ofrecer una panorámica de la situación de los productores ecológicos y del interés de los convencionales por este método de producción. Es interesante este proyecto ya que el principal cultivo que se practica en estas zonas de estudio es el olivar. Concretamente, en las Sierras Subbéticas aparece información relevante sobre la problemática del olivar en esa zona, que de algún modo puede hacerse extensible al presente trabajo objeto de estudio que se desarrollará en los siguientes capítulos. En cuanto a los problemas que encuentran los agricultores ecológicos en su trabajo diario se señala en primer lugar la falta de respuesta de las plantas a los abonos ecológicos, en segundo lugar la falta de eficacia de los productos utilizados, le sigue en importancia la falta de asesoramiento, la dificultad de conseguir compradores y los altos costes de producción. Es muy relevante la dificultad de encontrar mercado para la producción ecológica. Todos los aspectos analizados, denotan un esquema de trabajo en el que se ha seguido la táctica de una mera sustitución de insumos en vez de lograr una transformación de su finca y su manejo de acuerdo a la aplicación de las funciones ecológicas que, mediante una lógica más global, son las que hacen superior a la A.E. Se desprende la necesidad de fomentar la implicación de los ayuntamientos en la apuesta por la AE, promoviendo su producción; al mismo tiempo se hace necesaria una campaña de información sobre la agricultura ecológica y también un aumento en la investigación para la resolución de problemas o carencias en el esquema de producción ecológico y poder ofrecer estudios serios y resultados sobre las bondades de la AE entendida desde un punto de vista amplio y no desde la simple sustitución de insumos.

Otra estrategia fundamental para tender hacia la agricultura ecológica, sería potenciar los cambios que están conduciendo hacia la mayor calidad y el cuidado del suelo en la agricultura. Debido a las altas pendientes de la zona, el problema de la erosión en el olivar es grave, por este motivo se ha empezado a practicar el no laboreo, como dice el gerente y el técnico de la OCA de Baena *“el no laboreo es una cosa que se va extendiendo cada vez más, y es que la gente ve que es beneficioso para su explotación (...); hay gente que entra a la cubierta vegetal sólo por las subvenciones, pero como la finca mejora notoriamente se convencen rápidamente (...)* En los cursos se va viendo la preocupación de los agricultores por el suelo”.

Las palabras de Manuel Pajarón (2004) en la Conferencia sobre olivicultura ecológica al referirse al impacto paisajístico que causa el monocultivo del olivar en Andalucía da una idea de la magnitud del problema. Así concluye, “Cuando el paisaje es un ininterrumpido manto de olivares, sin asomo de variación, como en tantas campiñas, a lo que se añaden unos suelos desnudos como desiertos (“limpios” le suelen

llamar), no basta con conservar, porque no hay qué, habrá que reconstruir la diversidad, y habrá que reconstruirla comenzando por la diversidad vegetal: plantando árboles y arbustos, y sembrando cubiertas herbáceas, en algunos casos, quizás, sea suficiente dejar vivir a las hierbas que espontáneamente se presentan”.

Tal como dice Stephen Gliessman (2007): “...en Andalucía hay unas 1.500.000 hectáreas de olivar...cómo cambiar eso...promoviendo un cambio agroecológico pensando en rediseños del sistema.”

Al tener la agroecología como objeto de estudio el agroecosistema, debe abordar tanto los factores sociales como naturales que forman la estructura de los sistemas agrarios. La agricultura ha de ser contemplada como una intercesión de sistemas de naturaleza ecológica, social y económica. Sin embargo, la vía para llevar a cabo un análisis sistémico y globalizador del manejo de los recursos naturales ha de partir necesariamente de la ecología (Sevilla, 2006).

En el año 2003 se inició un estudio de carácter técnico-agronómico-ecológico entorno al manejo de las cubiertas vegetales en el olivar ecológico, este proyecto surge en respuesta a las dudas que los agricultores manifestaban tener sobre esta técnica y que limita su adopción en algunas comarcas. El estudio plantea dos cuestiones básicas: qué especies utilizar y cómo manejarlas. Su objetivo principal será pues, determinar cuál es la estrategia de manejo que mejor se adapta a la tecnología y al conocimiento de los olivicultores y a las condiciones climáticas de suelo y de relieve de cada zona con la finalidad de informarles sobre aspectos básicos de este manejo. Este estudio se pone en marcha desde 2003 en el municipio de Castril de la Peña y en el de Deifontes, ambos en la provincia de Granada. El primero, se desarrolla en la zona norte de la provincia, en zona de montaña con suelos muy pendientes y problemas de erosión y un manejo del olivar nada intensivo con producciones bajas y una considerable superficie destinada a la producción ecológica. El segundo municipio pertenece a la comarca de Iznalloz, una zona de suaves lomas con olivar intensivo y producción media-alta donde la producción ecológica tiene poca relevancia y existen problemas de erosión. En el VII Congreso SEAE en 2006 se presentan los resultados obtenidos en los dos primeros años de estudio (Foraster, Lorite *et al.* 2006 y Foraster, Rodríguez *et al.* 2006). El beneficio económico esperado con el manejo de las cubiertas vegetales lo supone la disminución de costes que esta técnica permite al agricultor. Por un lado, se reduce el número de pases de labranza y por otro, disminuye la cantidad de abono que se debe aportar al suelo. La mejora económica también pasa por el aprovechamiento de la cubierta como alimento para el ganado, bien sea ganado propio o arrendando los pastos entre calles. El ensayo es una iniciativa importante en cuanto a la adopción de las cubiertas vegetales por parte de los olivicultores de la zona sean o no ecológicos. Los beneficios ecológicos son múltiples, como se ha comentado anteriormente.

Actualmente, en el marco de la PAC, la condicionalidad en el pago de las ayudas directas al olivar y otros cultivos implica el cumplimiento de una serie de requisitos agroambientales. En la Orden de junio de 2007 del Boletín Oficial (BOJA) se desarrollan las disposiciones de aplicación y de los requisitos legales de gestión que deberán observar todos los agricultores y ganaderos que reciban pagos directos recogidos en el Reglamento (CE) núm. 1782/2003. Los olivares afectados son muchos en Andalucía, donde gran parte de este cultivo se encuentra en zonas de media o alta pendiente con mayor riesgo de erosión.

Las fincas con una pendiente media o igual al 15% no pueden labrar la tierra a no ser que tengan bancales. Sólo podrán hacerse labores superficiales de menos de 20

centímetros de profundidad y establecer cubiertas vegetales entre hileras. Se propone una cobertura mínima del suelo en el caso que se mantenga el ruedo del olivo limpio mediante herbicidas, esta cubierta debe tener una anchura mínima de 1 metro y estar situada en las calles transversales a la línea de máxima pendiente, puede ser viva o inerte (piedras y restos de poda). La cubierta viva deberá mantenerse hasta que comience a competir por el agua con el cultivo y se eliminará mediante siega mecánica o química.

Las áreas con elevado riesgo de erosión deberán mantener una cubierta viva permanente ya sea espontánea o cultivada con especies herbáceas adaptadas a cada zona. Cuando esta cubierta sea aprovechada para el pastoreo, la carga ganadera debe ser tal que no agote dicha cubierta.

Esta situación conlleva un cambio importante de manejo para muchos olivereros acostumbrados a labrar varias veces para mantener el suelo limpio de “malas hierbas”.

### 3.2 EL OLIVAR ECOLÓGICO: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

El olivar es uno de los cultivos más importantes de la Península Ibérica, en la que fue introducido por los fenicios y extendido por los romanos, convirtiéndose desde entonces en un cultivo comercial. El olivar no sólo daba aceite comestible, también proporcionaba jabón, grasas utilizadas como cosméticos, se aprovechaba su madera, etc. Es, por tanto, un cultivo ligado a la cultura mediterránea, zona en la que se concentra su producción.

Ya en el siglo XX, durante la 2ª Guerra Mundial, España se quedó con el mercado del aceite de oliva y se aumentó la producción. Esto provocó que empezasen a demandarse mayores productividades, para obtener así mayor rentabilidad, y se rompió con el modelo tradicional de producción (Pajarón 2002). Este modelo integraba al olivar, cereales y, en algunas zonas, otros cultivos leñosos como la vid. En el sistema también se incluía el ganado que aportaba el estiércol para la fertilización del olivar y la fuerza para realizar las labores. Al introducirse la mecanización, se eliminó el ganado y por tanto, una de las fuentes de fertilización. Pero también se eliminaron los cereales que servían de alimento al ganado, convirtiéndose en un monocultivo, tipo de producción que impera hoy en día en el olivar.

En Andalucía existen actualmente 250.000 has más de olivar que en los años 60 del siglo pasado, la mayoría de ellas con un modelo de producción intensivo que ha provocado graves problemas ambientales. Entre ellos destaca la erosión de los suelos, con la consiguiente pérdida de fertilidad, y la simplificación del ecosistema, eliminando la flora adventicia, así como empleando en las nuevas plantaciones sólo una o dos variedades de olivar (Picual, Hojiblanca o Arbequina, generalmente). La mayoría de plantaciones que encontramos son lo que llama Civantos (2004) plantaciones especializadas, que han conservado el marco de plantación (algunas también los árboles) y han introducido las modernizaciones para simplificar el sistema.

Desde la agricultura ecológica, se entiende el olivar como un ecosistema complejo en el que intervienen y se relacionan, además de los olivos, otras poblaciones como la flora espontánea, la sembrada, la fauna (aves, insectos, etc.) y que dispone de unos recursos: el agua, el suelo, etc. (Alonso y Guzmán, 1999) que se deben mantener. En definitiva, la producción ecológica trata de manejar todos estos componentes de manera

eficiente para que el olivar vuelva a ser un agroecosistema estable y con una productividad semejante a la del olivar convencional, evitando la degradación de los recursos que lo sustentan.

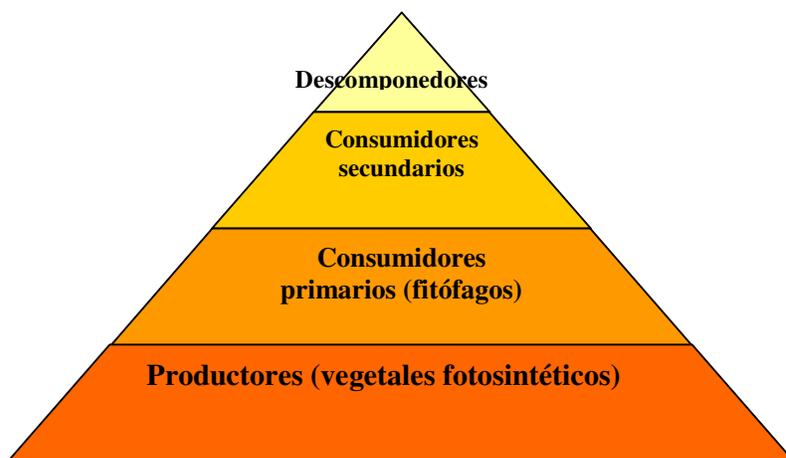
Para lograr que el olivar recupere una estabilidad elevada, se proponen cuatro etapas en el proceso de transición de olivar convencional a ecológico (Pajarón Sotomayor, 2005):

1. Introducción paulatina de diversidad
2. Racionalizar el uso de agroquímicos
3. Eliminar los agroquímicos y sustituirlos por productos autorizados en agricultura ecológica
4. Eliminar totalmente los sustitutos autorizados

El buen manejo del suelo en el olivar ecológico será el pilar sobre el que se asiente el éxito del olivaretero. Obtener y mantener un suelo con alta fertilidad natural, sano, capaz de nutrir adecuadamente al cultivo y todo de forma económica, es la clave de la olivicultura ecológica y debe centrar los esfuerzos del olivaretero que inicia la transición hacia este estilo de producción (Guzmán y Alonso, 2004d). Para evitar los problemas derivados de la intensificación, el olivar ecológico debe intentar conservar el suelo, evitando su degradación y pérdida por erosión, además de aumentar la complejidad del sistema para restaurar su equilibrio.

Queda claro que el manejo debe hacerse teniendo en cuenta todos los componentes del sistema, que pueden presentarse en la forma clásica de pirámide trófica (ver figura 1). En el caso del olivar esta pirámide es algo peculiar, ya que durante varios meses el único capaz de realizar la fotosíntesis, o sea, de captar energía para el resto de los pisos es el olivo (Pajarón, 2002).

**Figura 1: Componentes bióticos del agrosistema olivar**



El escalón de los productores está representado en el olivar por una flora muy diversa, caracterizada por la presencia de muchas especies en baja densidad y unas pocas con densidades moderadas o altas. La mayoría de estas plantas tienen ciclo de otoño-invierno, abundando más las anuales que las perennes.

Entre los consumidores primarios destacan las aves que alberga el olivar en invierno, procedentes en su mayoría del Centro y Norte de Europa. Los invertebrados son mucho más numerosos, siendo los insectos los más representados. Estos también

constituyen la mayor parte de los consumidores secundarios y terciarios (predadores, parásitos, parasitoides y superpredadores).

El último escalón es igualmente importante, ya que los descomponedores realizan un papel fundamental en el mantenimiento de la fertilidad del suelo y en la capacidad de retención de agua del mismo, constituyendo un sistema vivo, complejo y variado.

Todo esto hace pensar que, entre todos estos componentes se establecen relaciones que, si se rompen, hacen perder estabilidad al sistema. El comportamiento óptimo del olivar como agroecosistema dependerá del nivel de interacciones entre sus diversos componentes (Alonso y Guzmán, 2004). La intervención del ser humano en la cadena trófica al sustituir o eliminar especies y al participar en alguno de los grupos, hace que se altere el funcionamiento normal como ecosistema. Como afirma Gliessman (2001), existen multitud de tecnologías basadas en que “un insecto o maleza bueno es aquel que está muerto”. Esto ha simplificado los agroecosistemas en varias formas, por ejemplo, eliminado los depredadores de las plagas clave. Sin embargo, en un sistema simplificado las invasiones de plagas son más comunes y perjudiciales y el uso de insumos externos debe ser aumentado para enfrentar esos problemas.

En el olivar, esta intervención ha provocado la reducción de la estabilidad, empleando prácticas de cultivo que han tratado de eliminar el primer escalón, las llamadas malezas, simplificando el agroecosistema hasta sólo dejar una especie. Por ello, la manera más fácil de introducir de nuevo la diversidad perdida, será tratar de hacerlo en el escalón de los productores fotosintéticos, sin olvidar que la prioridad central en el manejo del sistema como totalidad es crear un agroecosistema más complejo y diverso, porque solo con alta diversidad tenemos potencial para obtener interacciones benéficas (Gliessman, 2001).

El doble propósito de mantener un suelo vivo, protegido de la erosión, y la restauración de la diversidad en el olivar puede lograrse mediante la implantación de una cubierta vegetal de manera temporal, bien con especies cultivadas o con la flora adventicia presente.

Para entender mejor los beneficios aportados por la cubierta, es necesario conocer primero en profundidad los problemas que sufre el olivar así como su funcionamiento.

## PROCESOS BÁSICOS EN EL OLIVAR

El funcionamiento de un agrosistema se puede conocer a través del estudio de los procesos básicos que en él tienen lugar. Estos procesos son comunes en todos los ecosistemas y son el flujo de energía, los ciclos de nutrientes y el balance hídrico.

### Flujo energético

La principal entrada de energía en el olivar se produce a través de la fijación fotosintética llevada a cabo por las plantas verdes. Esta energía proviene del Sol y la cantidad fijada depende, fundamentalmente de la superficie de captación. En un olivar adulto, raramente las copas cubren más de un 30% del suelo. Si se eliminan las plantas que actúan como cubierta del suelo se está renunciando a una entrada de energía no subsidiada.

Otras energías que entran en el sistema son el trabajo humano, el animal (actualmente en desuso) y la energía fósil que se emplea en el trabajo de la maquinaria,

en la fabricación de los abonos y en los productos fitosanitarios que se incorporan al agrosistema.

Las salidas más importantes, además de la extracción del fruto, son la leña, el hojín y el ramón procedentes de la poda. La relación entre energía obtenida y energía invertida en el sistema ha disminuido en el olivar al incrementar el consumo de energía fósil.

#### Ciclos de nutrientes

El olivar alberga en su biomasa gran cantidad de nutrientes, cuyo movimiento queda resumido en la tabla 1. Cerrar al máximo el ciclo de nutrientes en el olivar es relativamente fácil, ya que la única salida estrictamente necesaria es la del propio aceite y, ocasionalmente, la leña de poda. Sin embargo, esta circunstancia no es aprovechada por los olivares (Guzmán y Alonso, 2004e).

**Tabla 1: Movimiento de nutrientes en el olivar**

Entradas		Salidas	
Subsidiadas:	No subsidiadas:	Deseadas:	No deseadas:
Fertilizantes orgánicos	N fijado biológicamente N precipitado por la lluvia C, H y O fijado en fotosíntesis	Aceituna Leña Hojín Ramón Residuos en la almazara	Erosión Lixiviación y volatilización

Fuente: Modificado de Pajarón (2002) y Guzmán y Alonso (2004e)

El almacenamiento de los nutrientes se produce en la biomasa, en la materia orgánica del suelo y en el complejo de cambio del mismo. El reciclaje se consigue con la ceniza de la quema de ramas, con las hojas caídas y con la hierba incorporada al suelo.

Para mejorar el ciclo de nutrientes en el olivar es necesario tratar de minimizar las salidas, sobre todo evitando las pérdidas por erosión, aumentar al máximo las entradas no subsidiadas mediante el empleo de especies capaces de realizar la fijación del nitrógeno atmosférico (en simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium*) y aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, lo que se consigue aportando materia orgánica (el compost de residuos de almazara y la incorporación de los residuos de poda y desvareto picados son ideales) e incrementando la actividad metabólica de los microorganismos del suelo mediante el empleo de abonos verdes.

#### Balance hídrico

Para no perder la poca agua de que se dispone en el olivar, es necesario conocer bien su ciclo para actuar durante la temporada seca favoreciendo su retención y almacenamiento en el suelo. Si se pretende disminuir las salidas con cierta eficacia, hay que conocer las principales vías por las que se pierde agua en el olivar, que son la escorrentía y la transpiración (Pajarón, 2004). De nuevo aparece como problema la erosión hídrica, que provoca la pérdida de partículas de tierra fértil al arrastrarlas por escorrentía.

**Tabla 1.4: Entradas y salidas de agua en el olivar**

Entradas	Salidas
Precipitaciones (lluvia, nieve, granizo, niebla y rocío)	Evaporación desde el suelo
Riego	Transpiración de las plantas
Flujo lateral (corrientes subterráneas)	Escorrentía
	Infiltración en profundidad
	Exportación de biomasa

Fuente: Modificado de Pajarón (2002).

Entre todas las salidas de agua, la más importante en los olivares es la escorrentía. Para disminuir las pérdidas por escorrentía se ha empleado tradicionalmente el laboreo con diferentes aperos y en distintas épocas del año. Con esta práctica se consigue aumentar la infiltración superficial, pero sólo de forma momentánea, y un control, más o menos eficaz de las malas hierbas (Pastor *et al.*, 1996). Además presenta un inconveniente que es uno de los graves problemas del olivar, el aumento de la susceptibilidad a la erosión, consecuencia de dejar el suelo desnudo, sin protección frente a la fuerza erosiva de la lluvia y el viento.

Existen otras vías para lograr retener y almacenar más agua en el suelo del olivar, como aumentar la velocidad de infiltración, disminuir la pendiente y poner barreras físicas a la circulación del agua por la superficie del suelo. Las cubiertas vegetales pueden actuar como microbarreras frente a la escorrentía, a la vez que aumentan la infiltración del agua en el suelo. Pero también pueden ocasionar pérdidas importantes por transpiración si no se eliminan en un momento adecuado.

### PROBLEMAS EN EL OLIVAR: LA EROSIÓN

La erosión es un proceso natural de pérdida del suelo. Sin la intervención humana es un proceso generalmente lento, que ocurre mientras el suelo se regenera de forma natural a través de procesos físicos, químicos y biológicos. Sin embargo, si se produce una pérdida superior a la tasa de regeneración del mismo, estamos ante un grave problema, ya que la erosión se lleva suelo fértil, un recurso escaso e imprescindible para la agricultura.

En la Europa mediterránea, las políticas de disminución de la población agrícola activa y de aumento de tamaño de las explotaciones y del nivel de mecanización, han tenido dos efectos que han favorecido este fenómeno. Por un lado, permanece menos población en el ámbito rural que mantenga los aterrazamientos y por otro, las operaciones de movimiento de tierras y nivelación a gran escala hacen que el suelo sea más erosionable. En casi todas las regiones en que se han llevado a cabo programas de concentración de tierras, las tasas de erosión del suelo han aumentado (Morgan, 1997).

En Andalucía, el tipo de erosión que más afecta es la hídrica, causada por el agua de lluvia. Los dos factores más importantes en este tipo de arrastres son la fuerza de la lluvia impactando sobre el suelo y la velocidad del agua de escorrentía, que arrastra la tierra en su cauce natural. La erosión sigue un patrón estacional: un régimen de lluvias con una estación húmeda y una seca hace que el contenido en agua en el suelo disminuya en la estación seca, lo que afecta a la disponibilidad de humedad para las plantas, que siguen patrones de crecimiento similares al de la erosión, pero su

crecimiento máximo se produce más tarde que el de las lluvias. Esto hace que las épocas más vulnerables para la erosión sean la primera parte de la estación húmeda cuando la lluvia es importante, pero aún no se ha desarrollado suficientemente la vegetación para proteger al suelo y, si hay laboreo, el período entre la labranza y el desarrollo de la vegetación a partir del estado de plántula. La primavera es la época de máxima erosión en Europa occidental (Morgan, 1997).

El olivar es uno de los cultivos en los que las pérdidas de suelo son mayores, alcanzándose valores en Andalucía de más de 80 t de suelo por hectárea y año. Existen una serie de factores intrínsecos que hacen que sea especialmente sensible a este problema (Pastor *et al.*, 1997):

a) El cultivo en suelos en pendiente. El mayor problema de los terrenos agrícolas con desniveles superiores al 12%, es el de la erosión (Francia *et al.*, 2000).

b) La climatología de tipo mediterráneo, con periodos de sequía alternados con lluvias de gran intensidad en poco tiempo.

Suelos arcillosos con baja velocidad de infiltración, extremadamente secos y con marcada hidrofobia en otoño.

c) Escasa cobertura del suelo por el cultivo, no más del 30% en olivares muy buenos.

En el olivar, frecuentemente, se encuentran situaciones de fuertes pendientes y laboreo excesivo. Domina el cultivo de secano, que en las condiciones de semiaridez de nuestro clima, obliga a marcos amplios de plantación lo que provoca la escasa cobertura del suelo, incrementándose el efecto erosivo de la lluvia. Paralelamente, la modificación de la cubierta vegetal repercute en los procesos de edafogénesis, que quedan ralentizados o interrumpidos. Con ello se cierra un círculo que conduce a la desertización, es decir, a la pérdida de fertilidad (Guzmán y Alonso, 2004d).

En un porcentaje elevado del olivar andaluz, el riesgo de erosión es alto ya que se mantiene el suelo desnudo la mayor parte del año y sometidos a intenso laboreo, práctica que en muchas ocasiones favorece la escorrentía superficial (García *et al.*, 2000) y con ella, la pérdida del horizonte más fértil.

Para controlar la erosión existen una serie de medidas de manejo del suelo, encaminadas a reducir la escorrentía. En el olivar encontramos como posibles soluciones (Guzmán y Alonso, 2004d):

#### Prácticas que modifican la pendiente o la longitud de la ladera.

Estas prácticas reducen la velocidad de los escurrimientos superficiales, favoreciendo la infiltración del agua. Entre ellas destacan:

1.- Laboreo a nivel. Consiste en realizar las labores en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente, para frenar la velocidad del agua.

2.- Zanjias a acequias de infiltración. Son pequeños canales construidos a nivel o con una ligera pendiente que conectan con las pozas de los olivos. Sirven para frenar el agua de escorrentía, aumentando el agua disponible para los árboles.

3.- Terrazas. Es la medida que tiene un efecto más positivo frente a la erosión ya que anulan los escurrimientos superficiales. Su construcción es muy costosa, pero en donde ya estén hechas deberán conservarse.

4.- Control de cárcavas. Para evitar que se agraven se puede dejar crecer en ellas la vegetación a la vez que se colocan barreras (piedras, maderas...), para favorecer la sedimentación de los elementos que arrastra el agua de escorrentía que las formó. De esta forma, un espacio degradado puede convertirse en un corredor ecológico que sirva de refugio a aves y enemigos naturales de las plagas del olivo.

*Prácticas que cubren el terreno.*

1.- Cultivos de cobertura. Consiste en la siembra de plantas herbáceas anuales en las calles del olivar, de manera temporal, llevándose a cabo la siembra en otoño para aprovechar las primeras lluvias y eliminándose en primavera, antes de que se inicie la competencia por el agua con el olivo. La elección de ese momento puede parecer imprecisa y difícil, aunque la novedad radica en el modo de hacerlo (Pajarón, 2002). Mientras en la agricultura convencional se emplea la siega química utilizando distintos tipos de herbicidas, en agricultura ecológica la cubierta se siega de forma mecánica, dejándola en superficie tras el corte, o se incorpora al terreno con la labor (de poca profundidad) de primavera. Otra posibilidad es que la cubierta sea segada a diente por el ganado. Las cubiertas son una técnica útil por su control eficaz de la erosión y la escorrentía, de bajo coste y de fácil aplicación (García *et al.*, 2000).

Diferentes estudios llevados a cabo demuestran que los mejores resultados frente a la erosión se obtienen en parcelas con cubierta vegetal (Calleja, 2000, Francia *et al.*, 2000). En ellos han aparecido menores pérdidas de suelo que en parcelas con vegetación y mayor disponibilidad de agua y nutrientes.

Esta medida será comentada con mayor profundidad en el apartado siguiente.

2.- Uso de cubiertas inertes. Se trata de proteger al suelo del impacto de las gotas de lluvia utilizando piedras, restos vegetales, paja... Esta práctica parece inviable en olivares adultos debido al elevado coste que supone la gran cantidad de material necesario para cubrir el suelo (Pastor, 2004). Sin embargo, si se aprovechan los residuos generados en la propia explotación, como los restos de poda, puede resultar una práctica muy beneficiosa, que devuelve al suelo lo que de él se toma. Además, dado que son muy persistentes, ofrecen una protección prolongada y adecuada al suelo frente a la erosión (Castro, 2000).

Para aplicar como cubierta inerte los restos de poda, estos deben ser triturados previamente. Existen en el mercado diferentes tipos de trituradoras, acopladas al tractor y de alimentación automática (trituradoras de martillos) o manual. Las de alimentación manual constan de un gran volante de inercia, equipado con cuchillas de corte, y de unos rodillos dentados en los que se embocan sin trocear las ramas.

Los resultados de la aplicación de esta técnica de forma continuada se observan en el aumento de contenido de materia orgánica en los primeros centímetros del suelo en la zona entre olivos, así como contenidos muy elevados de nitrógeno orgánico en los 2 cm superficiales. Por otro lado, mejoran la estructura del suelo ya que se produce una disminución significativa de la densidad aparente, en parte debida a la mayor presencia de materia orgánica. Luego tiene efectos positivos sobre la fertilidad y determina una mejor estructura del suelo frente a parcelas con suelo desnudo (Ordóñez *et al.*, 2002). Estos restos tienen un efecto herbicida, que limita la germinación y el desarrollo de las poblaciones de flora adventicia (Pastor, 2004), lo que puede determinar la pérdida de diversidad en la comunidad de especies presentes en el olivar, suponiendo un problema para el mantenimiento de una alta estabilidad.

3.-Cambios en el uso del terreno. Cuando se trata de olivares de baja productividad existe la posibilidad de convertirlos en terreno forestal, práctica para la que existen ayudas agroambientales.

*Prácticas que disminuyen la erodibilidad del suelo.*

Si se mejoran las propiedades físicas del suelo, éste presenta mayor resistencia a erosionarse. Para ello se aconseja el aporte de materia orgánica, disminuir el laboreo y, si se hace, que sea en vertical y de forma superficial, así como prescindir de los herbicidas ya que favorecen la compactación del terreno.

## IMPLANTACIÓN DE CUBIERTAS VEGETALES EN OLIVAR ECOLÓGICO

*Definición, tipos y manejo*

La implantación de cubierta vegetal viva en el olivar consiste en dejar el suelo cubierto por plantas herbáceas durante una parte del año, bien sean especies cultivadas o espontáneas. Esta práctica se realiza para solucionar los problemas de erosión y, a la vez, para mejorar la infiltración del agua de lluvia.

Existen varias opciones a la hora de elegir qué tipo de cubiertas se desea, por eso se detallan a continuación los distintos tipos de especies empleadas y el manejo que debe realizarse, ya que un buen manejo de la cubierta será esencial para obtener sus beneficios (Guzmán y Alonso, 2004d). Se debe optar por una cubierta que detenga la erosión del suelo, que se adapte a las condiciones agroclimáticas de la zona y que sea económica y fácilmente manejable.

*Cubierta de flora espontánea.*

El olivar es el cultivo de secano que conserva mayor diversidad y riqueza florística de las formaciones mediterráneas originales (Pujadas Salvá, 1986). La mayoría de especies son de origen mediterráneo y autóctonas y de distribución restringida a un área geográfica. El empleo de estas hierbas como cubierta hasta el final del invierno puede resultar útil ya que el volumen de agua que transpiran es relativamente pequeño. Además, la presencia de la hierba aumenta la infiltración y los restos vegetales secos tras su siega cubrirán el suelo reduciendo la velocidad de evaporación del agua desde el suelo (Pastor *et al.*, 2000).

Para establecer este tipo de cubierta no hay que llevar a cabo ninguna acción, sólo dejar crecer la hierba. En olivares degradados puede ser necesario sembrar al principio, para ayudar a que se establezcan las hierbas y, con el tiempo, la diversidad de flora irá aumentando. Además se puede intentar favorecer el tipo de hierba que se prefiera, como por ejemplo, una cubierta de especies silvestres de gramíneas que presentan como ventaja, dada su rusticidad, pocos requerimientos de agua, se desarrollan con rapidez y completan su ciclo vegetativo antes de finalizar la primavera. Por otra parte, dada su capacidad de producir semillas y dispersarse, se puede mantener la cubierta sin ningún tipo de laboreo para asegurar su implantación (García *et al.*, 2002). Sin embargo, en nuestras condiciones climatológicas esta será una opción difícil de llevar a cabo ya que la cubierta debe eliminarse como muy tarde en el mes de mayo. Otra opción sería favorecer la presencia de leguminosas silvestres, ya que de esta forma las malezas pueden ser empleadas como abono verde más rico en nitrógeno.

Otros beneficios que aporta al olivar la presencia de hierbas adventicias es que pueden servir como plantas trampa para insectos plaga de los cultivos, además de proveer biodiversidad, albergando fauna benéfica. Por otra parte, las malezas pueden también servir de alimento al ganado, que puede ejercer una acción importante al controlar especies adventicias de difícil erradicación.

La mayor dificultad que presenta este tipo de cubierta, es el adecuado manejo de las hierbas que podría plantear problemas, no sólo por competencia con el olivo si no se elije bien el momento de eliminación, sino porque se produce una inversión de flora hacia especies resistentes a los herbicidas (en el caso del olivar convencional) o hacia especies de porte más rastrero o aquellas con capacidad de rebrote si se elimina la cubierta mediante siega mecánica. Se recomienda alternar el modo de eliminación para evitar estos problemas. Además la elección del momento de eliminación puede resultar difícil si se tiene en cuenta que las hierbas adventicias florecen de manera escalonada (Guzmán y Vecina, 2001). En un año medio a seco en la provincia de Córdoba se recomienda segar la cubierta la 3ª semana de marzo (Pastor *et al.*, 2001).

Resumiendo, las especies adventicias del olivar empleadas como cubierta vegetal, presentan aspectos positivos, control de la erosión, evitan la pérdida de nutrientes, son alimento para el ganado, etc. y negativos ya que pueden interferir en el desarrollo del olivo si no se manejan bien. Por ello es necesario un correcto manejo de la flora adventicia por parte del agricultor ecológico, que deberá prestar especial atención y tener conocimiento sobre cómo hacerlo.

#### *Cultivo con cubierta de especies sembradas*

En el caso de que sea un olivar en suelo poco fértil, la mejor opción es recurrir a la siembra de una especie vegetal adaptada al cultivo en seco, tales como yeros, veza, avena..., cuyas semillas son fáciles de conseguir, son de ciclo otoño-invierno y su cultivo es bien conocido por los agricultores. Las especies seleccionadas deben estar muy adaptadas a las condiciones de suelo, clima y manejo en las que van a crecer, siendo capaces de producir una alta cantidad de biomasa en poco tiempo. Una buena especie debería tener las características que se exponen en Guzmán y Alonso (2004d):

- Ser especies y/o variedades poco exigentes en agua y nutrientes
- Producir una cantidad de biomasa considerable en un periodo corto de tiempo
- Cubrir rápidamente el suelo
- Tener un bajo coste de implantación
- Ser fuente de nutrientes para el cultivo
- Producir un material persistente una vez segado
- No rebrotar tras la siega mecánica

En el olivar ecológico las especies empleadas como cubierta vegetal suelen ser leguminosas, o mezcla de leguminosas y gramíneas. Desde el punto de vista de la persistencia de los restos vegetales en el suelo una vez segados, las gramíneas parecen más adecuadas ya que los restos de algunas leguminosas, como la veza, se degradan rápidamente debido a su baja relación C/N, por lo que la cantidad de residuos que quedará en el terreno cuando se produzcan las lluvias otoñales será muy pequeña, quedando el suelo desprotegido frente a la erosión (Pastor *et al.*, 2001). Las gramíneas presentan el inconveniente del rebrote tras la siega mecánica, así como la posible

competencia por el nitrógeno con los árboles, por lo que se aconseja una mezcla de cereales con leguminosas (Guzmán y Alonso, 2004d).

Las leguminosas son capaces de aprovechar el nitrógeno atmosférico gracias a su asociación con las bacterias del género *Rhizobium*, fijándolo en el suelo y poniéndolo a disposición del árbol una vez que son incorporadas al suelo. La cubierta vegetal de leguminosas actúa como abono verde, aportando todos o parte de los requerimientos de nitrógeno del cultivo siguiente si la biomasa de la leguminosa es importante y la fijación ha sido efectiva (Guzmán y Alonso, 2001b).

La veza común (*Vicia sativa*) está siendo muy usada por los olivares, bien sola o acompañada de gramíneas como la cebada o la avena. La utilización de leguminosas autóctonas es una solución acertada ya que, en general, no necesitan ser inoculadas con las bacterias fijadoras ya que éstas se encuentran naturalmente en el suelo. En este sentido, es importante emplear especies que se encuentren adaptadas a las condiciones climáticas (como se señaló anteriormente). Algunas de las especies de abono verde que pueden emplearse como cubiertas vegetales en el olivar ecológico en la zona Mediterránea son, entre otras, el yero (*Vicia ervilia*), la “moruna” (*Vicia articulata*), especie empleada tradicionalmente en la Contraviesa (Granada) como abono verde (Guzmán y Alonso, 2004d), la algarroba (*Vicia monantha*), guisante forrajero, habas, etc.

Algunas crucíferas (colza, rábano forrajero,...) también son interesantes debido a su capacidad para bombear nutrientes, ya que poseen un sistema radicular muy potente.

Lo recomendable es emplear una mezcla de especies que se complementen entre sí. Por ejemplo, si se siembra una cubierta de veza con gramínea como la avena o la cebada, se consigue que la leguminosa aporte parte del nitrógeno que necesita la gramínea a la vez que esta le sirve como tutor y sus restos perdurarán más sobre el terreno. Además el momento de la eliminación se lleva a cabo antes de que ambas estén formando fruto, por ello resulta una solución adecuada. También es importante tener en cuenta a las variedades locales que se hayan empleado en la zona, pues están adaptadas y son conocidas por los olivares (Pajarón, 2002).

Una vez elegida la especie a sembrar, se debe estimar la dosis que vamos a utilizar de semilla. Lo recomendable es que esta cantidad sea un 20-50% superior a la que se emplearía si fuese a utilizarse la especie para obtener grano. La siembra se puede realizar a mano si se trata de fincas pequeñas o a voleo con abonadora (Guzmán y Alonso, 2004d). Además debe elegirse el momento de llevar a cabo la siembra, tratando de que sea a comienzos del otoño para que las semillas germinen con las primeras lluvias y así conseguir una buena cobertura antes de la llegada del invierno.

La profundidad de siembra varía con la especie empleada, así unas necesitan de una labor para ser enterradas mientras otras tienen mejor emergencia si se dejan en superficie.

Una vez se ha conseguido una buena cobertura del suelo (un 70% aproximadamente) debe realizarse la siega de la cubierta (Pastor *et al.*, 2001), tratando de impedir que esta compita con el olivo en una época en la que el árbol comienza a demandar mayores cantidades de agua y nutrientes. En seco, la eliminación deberá hacerse antes de que se inicie esta competencia por el agua durante la estación seca. Como se ha comentado para la cubierta de especies adventicias, la época recomendada de eliminación es la tercera o cuarta semana de marzo, momento que en el caso de los cereales coincidiría fenológicamente con el encañado y con la aparición de las primeras

flores para la veza. Sin embargo en años con mayor pluviometría puede retrasarse esta fecha. Este dato lo confirma un estudio llevado a cabo en un olivar de secano en Génave (Jaén), donde el momento de siega se retrasó hasta mediados de abril (Pajarón *et al.*, 1996) o el trabajo de Foraster (2004) en el que se eliminó la cubierta a finales de abril, ya que se trataba de un año especialmente lluvioso. Será importante determinar el momento óptimo en función del contenido en agua que tenga el suelo así como de las precipitaciones que se hayan producido durante el invierno y comienzos de la primavera.

La eliminación de la cubierta vegetal se lleva a cabo de forma mecánica o con la introducción de ganado para que se alimente de la cubierta. Si se desea proteger de una manera más eficaz al suelo de la erosión y de los rayos solares la mejor opción es la siega de la cubierta, dejando el residuo en superficie. Así se consigue un menor calentamiento del suelo y, por tanto, una menor evaporación de agua desde éste. La siega puede realizarse utilizando desbrozadoras o segadoras acopladas al tractor. Las hay de distintos tipos: de cuchillas, de cadenas, de hilos múltiples,...y algunos agricultores emplean también máquina trituradora de martillos para desbrozar.

Con el enterrado de los residuos mediante una labor poco profunda (10-15 cm), se consigue una descomposición demasiado rápida de los residuos, ya que a esta profundidad es donde existe mayor actividad biológica. El beneficio es que se consigue una cierta formación de humus (Guzmán y Alonso, 2001b).

Existe la posibilidad de dejar bandas estrechas de cubierta sin desbrozar o incorporar para asegurar la autosiembra para el año siguiente. Estas bandas deben situarse en el centro de las calles, variando anualmente la posición de la banda. Las semillas producidas se pueden esparcir en verano empleando una rastra o una desbrozadora (Pastor, 2004). De esta manera el agricultor evita el tener que volver a comprar semillas.

Si se opta por eliminar la cubierta introduciendo ganado, se empleará una carga ganadera suficiente como para haber consumido la cubierta antes de iniciarse la competencia por el agua con el olivo (Pastor *et al.*, 1997). Normalmente se emplea el ganado ovino para realizar este aprovechamiento, siendo lo más recomendable emplear una raza adaptada a la zona de olivar como en el caso de Castril, la raza local es la oveja Segureña, que se encuentra ampliamente extendida en la región. Se verá con más detalle la integración del ganado en el olivar en siguientes apartados.

## EFFECTOS EN EL OLIVAR

Cuando se modifica el sistema habitual de mantenimiento del suelo, a medio y largo plazo se producen una serie de modificaciones que afectan a las propiedades del mismo, a la productividad de los árboles y a la flora y fauna del olivar (Pastor, 2004). En el caso de la implantación de una cubierta vegetal viva, los principales cambios serán los que se produzcan en el suelo (balance hídrico, contenido en nutrientes, protección frente a la erosión, etc.) y en la presencia de una mayor biodiversidad.

### Balance de agua en el suelo

Una cubierta herbácea debe colaborar en la mejora del balance hídrico del suelo (Pajarón, 2004). Aunque en nuestro clima debe eliminarse antes de que disminuya la disponibilidad de agua para el olivo, la cubierta consigue que se infiltre una mayor

cantidad de agua en el perfil del suelo frente a sistemas de manejo del suelo desnudo o con labores. Los resultados de investigaciones llevadas a cabo con este tipo de manejo demuestran que, la cubierta, además de mejorar la estructura del suelo, aumenta la retención superficial de agua de escorrentía, lo que contribuye a aumentar la cantidad de agua disponible para el cultivo (Pastor *et al.*, 2001). El suelo con cubierta vegetal se mantiene todo el año más húmedo que los suelos sin cubierta.

Por tanto, la creencia de que sólo el laboreo consigue una mejora en la infiltración no es cierta. La mejora que se consigue es momentánea y cesa con el paso del tiempo o tras una lluvia importante. Además, el laboreo hace que se produzca una mayor evaporación de agua desde el suelo, incluso de las capas más profundas, frente a sistemas de no laboreo.

El mantenimiento de los restos vegetales sobre la superficie del suelo una vez han sido segados, reduce la velocidad de evaporación del agua desde el suelo, lo que permite al olivo disponer de mayor cantidad de agua durante la primavera. La evaporación producida tras una lluvia en un suelo con cubierta es menor que en uno no labrado o en uno labrado anteriormente. Además estos restos protegerán al suelo del impacto de las gotas de lluvia y de la escorrentía, es decir, evitarán o minimizarán la erosión, problema tan acusado en los olivares.

Para conseguir todos estos beneficios, es necesario manejar adecuadamente la cubierta, evitando que se produzca un consumo de agua elevado por parte de la misma, principal inconveniente que aparece en este sentido.

#### *Fertilidad y mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo*

La cubierta no sólo consume agua, también toma nutrientes del suelo debido a que las raíces de las plantas herbáceas son mucho más extensas y superficiales que las del olivo. Se tiene que procurar que esta situación no cause pérdidas importantes de productividad en el olivar, tratando de que el árbol extienda al máximo sus raíces, favoreciendo la colonización por micorrizas positivas con ayuda de leguminosas autóctonas y evitando que las sales de cobre de los tratamientos contra el repilo, escurran hasta la tierra (Pajarón, 2005). Sin embargo, pese a este inconveniente, la cubierta consigue mejorar la fertilidad del suelo, ya que además de impedir que se pierdan las capas más superficiales por erosión, ayuda a mejorar sus propiedades físicas y químicas.

Como se ha comentado anteriormente, la cubierta puede actuar como abono verde rico en nitrógeno si se emplean especies leguminosas, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. Estas especies pueden proporcionar parte de los requerimientos de nitrógeno del árbol, hecho que quedó demostrado en un ensayo en la provincia de Jaén (Pastor, 2004), en el que se obtuvo una mayor producción empleando este tipo de abono verde que con el abonado nitrogenado mineral.

Por otro lado, tanto las leguminosas como otras especies, son capaces de absorber el nitrógeno mineral presente en el suelo evitando que se pierda y poniéndolo a disposición del árbol. Además del nitrógeno, también contribuyen a conservar otros elementos, como el fósforo o el potasio, mediante el bombeo de los nutrientes desde capas profundas hasta la superficie o al ser incorporados y degradados los abonos verdes, aumentando el fósforo disponible. El primer mecanismo es debido al empleo de especies vegetales con raíz profunda, que ahondan en el suelo y extraen nutrientes de capas inferiores. Existen diferencias en cuanto a los elementos que son capaces de

absorber las distintas especies. Por ejemplo, las leguminosas absorben más calcio y fósforo, las crucíferas como la colza más azufre y potasio y las gramíneas más nitrógeno. El segundo se produce porque al incorporarlos, provocan un incremento de la actividad de los microorganismos del suelo y de su actividad, lo que hace que solubilizan los compuestos inorgánicos insolubles de fósforo a través de la producción de ácidos orgánicos que realizan. De esta forma se liberan cantidades de fósforo mayores a las que ellos necesitan quedando éste a disposición de las plantas. Por tanto, el empleo del abono verde puede suponer un ahorro para el agricultor en empleo de fertilizantes nitrogenados orgánicos, permitiéndole obtener producciones similares o superiores a las del cultivo convencional (Guzmán y Alonso, 2001b).

En cuanto a las propiedades químicas, el contenido en materia orgánica de un suelo con cubierta vegetal parece aumentar en los primeros centímetros de suelo (0-5 cm) frente a otros sistemas de manejo de suelo desnudo, tanto en la interlínea de los olivos como bajo las copas (Pastor, 2004).

Si se tiene en cuenta el efecto de las cubiertas sobre las propiedades físicas del suelo, en sistemas de cultivo con laboreo parece observarse una menor compactación que en suelos con cubierta. Sin embargo, el laboreo puede provocar la aparición de una capa más compactada a mayor profundidad, conocida como suela de labor. A largo plazo, en el cultivo con cubierta, dicha capa se va descompactando lentamente debido a la penetración de las raíces. La cubierta permite aumentar la resistencia de la superficie del suelo a la desagregación por el impacto de las gotas de lluvia, lo que minimiza el riesgo erosivo. Por último, como se ha dicho al hablar del balance hídrico, la cubierta permite que se produzca una mayor infiltración del agua en el suelo. Un hecho a destacar es el mayor riesgo de heladas en los olivares con cubierta vegetal, ya que se observa en ellos menores temperaturas nocturnas, mientras que se registran en este sistema las temperaturas diarias más altas, por ello los olivos brotan y florecen antes que en otro tipo de manejo (Pastor, 2004).

### Biodiversidad

La implantación de la cubierta consigue restaurar la diversidad en el sistema desde la base, a partir del eslabón de los productores, ya que sólo desde un escalón de productores diverso es posible sostener el resto del sistema con suficiente diversidad (Pajarón, 2005). Luego la cubierta aporta beneficios directos a las distintas dimensiones de la diversidad ecológica, ya que aumenta el número de especies presentes en el sistema, lo que contribuye a que se establezcan relaciones más complejas entre los componentes del mismo.

A su vez, estimulan la actividad de los microorganismos del suelo y pueden servir de alimento y refugio a fauna útil para el agroecosistema, como depredadores de los insectos plaga del cultivo, así como de hábitat para especies de aves y mamíferos que son un eslabón importante para permitir la presencia de consumidores secundarios en el sistema.

Se consigue el aumento de la biodiversidad en todos los niveles de la cadena trófica actuando sólo en el primero. Esto significa que se tiene que considerar que el sistema funcionará como un todo y que la presencia de la cubierta afecta al resto de componentes, no sólo al cultivo. El mantenimiento de una elevada biodiversidad puede permitir que el sistema consiga mayor estabilidad, entendida ésta como la resistencia del sistema al cambio y como la elasticidad del sistema en respuesta a dicho cambio

(Gliessman, 2001). Este es el caso de la respuesta del olivar frente a plagas y enfermedades cuando posee una cubierta vegetal, aspecto que se desarrolla a continuación.

### Control de malezas, enfermedades y plagas

Algunas de las plantas que florecen en el olivar pueden contribuir al control biológico de los insectos plaga del mismo, ya que son la única fuente de néctar, polen o melaza de otros insectos vitales para el mantenimiento de poblaciones de insectos benéficos (Sánchez, 2004b). Pero además, los cultivos de cobertura pueden ayudar también a mantener poblaciones aceptables de malezas en los cultivos, debido a dos mecanismos que aparecen al sembrar algunas plantas como abono verde. Estos son la competición por los recursos y la alelopatía, aunque no resultan de interés en el caso del olivar ecológico ya que lo que se persigue es lograr un ecosistema estable con una elevada biodiversidad, como se ha explicado anteriormente.

Sí se debe tener en cuenta que el empleo de leguminosas puede ocasionar abundantes problemas con las hierbas adventicias si, tras incorporarlas al terreno se producen lluvias, porque debido a la acumulación de nitrógeno en el suelo que han realizado se produce una eclosión de hierbas adventicias (Guzmán Casado y Vecina, 2001).

En cuanto al control de plagas y enfermedades, los cultivos de cobertura y en general la flora presente en el mismo, a parte de servir de refugio para los enemigos naturales de las plagas y de planta trampa para estos insectos plaga, pueden reducir los problemas que generan los microorganismos e insectos que viven en el suelo. Esto ocurre porque aumenta la actividad biológica del suelo al ser incorporadas al mismo, lo que favorece la presencia de organismos positivos o neutros para el cultivo, que limitan las poblaciones de los que son perjudiciales. También son beneficiosas por la mencionada producción de compuestos tóxicos al degradarse los restos vegetales en el suelo, afectando a algunos organismos nocivos para las plantas cultivadas. Las crucíferas, por ejemplo, al descomponerse forman los isotiocianatos que ejercen su acción contra hongos fitopatógenos, como *Verticillum dahliae*, cuando se encuentran en el suelo (Guzmán y Alonso, 2004d).

La relación entre la biodiversidad y el ecosistema se basa en la capacidad para mantener un funcionamiento viable del agroecosistema al prestar importantes servicios ecológicos que influyen sobre la producción y sobre la sustentabilidad del mismo, destacando el control de plagas (Altieri, 1992). Este hecho queda de manifiesto en un estudio llevado a cabo por Sánchez Escudero (2004a) en la comarca de los Pedroches (Córdoba) y en el municipio de Deifontes (Granada) comparando diferentes tipos de manejo del olivar para observar la presencia de enemigos naturales. Se observó una mayor diversidad funcional en las fincas de olivar ecológico, lo que conllevaba una mayor presencia de enemigos naturales, en particular de himenópteros.

Resumiendo, la implantación de cubiertas vegetales en el olivar puede ocasionar ciertos inconvenientes al agricultor pero estos se ven superados por los beneficios que aportará al sistema. Este hecho ha quedado demostrado en un estudio llevado a cabo en la provincia de Granada (Guzmán y Alonso, 2004a), donde se evaluaba la sustentabilidad del olivar ecológico en base a parámetros como la equidad, productividad física, etc. Aunque la cubierta es considerada como un coste, este se incluye en la fertilización por lo que en el cómputo global, el manejo ecológico no

resulta más caro que el convencional. Este estudio demuestra la mayor sustentabilidad del olivar ecológico, basado sobre todo en la mayor eficiencia y autonomía energética, el aporte de materia orgánica que se realiza y el mayor precio del aceite que se perciben los olivareros. Todo ello manteniendo frente al convencional similares producciones por hectárea y costes de producción.

También cabe mencionar un estudio llevado a cabo en el municipio de Colomera, en el que se obtuvo una producción menor de aceituna en el olivar ecológico frente al convencional, pero una producción de aceite similar para ambos casos, dado el mayor contenido en grasa de la aceituna ecológica (Guzmán *et al.*, 2002b).

En definitiva, el uso de cubiertas es viable en el olivar ecológico ya que no supone un coste adicional al agricultor y representa una serie de ventajas para el agroecosistema. En la tabla 3 se presentan las ventajas e inconvenientes que conlleva el uso de una cubierta para el olivar, de manera esquemática y para resaltar que son muchas más las primeras en función de todo lo que se ha explicado en este apartado.

**Tabla 3: Ventajas e inconvenientes de las cubiertas vegetales**

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor erosión hídrica (protegen al suelo del impacto de las gotas de lluvia)</li> <li>- Mejora de la estructura del suelo, al aportar materia orgánica y por el efecto mecánico de las raíces</li> <li>- Menor compactación del suelo</li> <li>- Aumenta la infiltración del agua de lluvia</li> <li>- Incremento de la biomasa y de la actividad biológica benéfica en el suelo</li> <li>- Fijación de nitrógeno (si se trata de leguminosas)</li> <li>- Aumento de la disponibilidad de nutrientes, ya que evitan su pérdida por lixiviación o lavado y por escorrentía</li> <li>- Promueven la biodiversidad, creando hábitats para plantas, animales, insectos y microorganismos que pueden ayudar en el control de plagas y enfermedades</li> <li>- Mejoran el paisaje</li> <li>- Proporcionan alimento para el ganado</li> <li>- Reducen el gasto en fertilizantes, por tanto, suponen un cierto ahorro económico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Competencia de la cubierta con el olivo por el agua y los nutrientes si no se maneja adecuadamente</li> <li>- Dificultad en la recolección si la cubierta ha alcanzado un porte alto</li> <li>- Riesgo de incendio en verano</li> <li>- Pueden incrementar el riesgo de heladas</li> <li>- Capacidad de rebrote al ser eliminadas mediante siega mecánica o pastoreo</li> </ul>

Fuente: Guzmán Casado y Alonso Mielgo (2004d)

## INTEGRACIÓN DE GANADO OVINO EN EL OLIVAR ECOLÓGICO

La integración de los sistemas ganaderos y agrícolas aumenta la eficiencia de los agrosistemas, ya que los animales pueden emplear residuos de la producción agraria y, a su vez, se incentivan prácticas que permiten obtener producciones colaterales para alimentar a los animales. En el caso del olivar y el ganado ovino se consigue que ambas partes reciban importantes beneficios: el ganado tiene una importante fuente de alimentación y el olivar se ve libre de las especies que compiten con él por el agua y los nutrientes. Luego debe tenerse claro que el objetivo principal de la introducción del ganado es la eliminación de las plantas adventicias del olivar, aunque también se obtengan otros beneficios.

Esta práctica no es nueva. Existen regiones en Andalucía en las que la introducción estacional de ganado en olivar es una práctica tradicional, como en el caso de Sierra Mágina (Jaén). En esta zona se caracterizaron las explotaciones de olivar ecológico y se encontró que un 13% de los propietarios de olivar introducía ganado para llevar a cabo la fertilización además de conseguir eliminar la hierba adventicia (Alonso *et al.*, 2002). En el caso de estudio de Castril (Foraster, 2004), el agricultor también introduce ganado ovino, con ovejas de la raza Segureña, para realizar el control de malas hierbas en la primavera. A cambio del pasto el propietario del ganado le proporciona estiércol para elaborar compost que después emplea en la fertilización de los olivos. Luego resulta ser una actividad en la que están implicados los ganaderos, los olivares y aquellos que poseen olivar y ganado.

El ovino es una especie ganadera compatible con el olivar, ya que ocasiona escasos deterioros en los olivos y aporta una serie de beneficios como mantener al olivar productivo, ya que enriquecen el suelo con su estiércol, y controlar la erosión, hecho que se consigue porque los animales sólo se alimentan de las partes aéreas de la hierba, manteniendo las raíces y un tamaño de cubierta que protege al suelo. Además, la introducción del ganado supone un aumento de la biodiversidad del medio, contribuyendo al establecimiento de un equilibrio medioambiental.

Esta práctica tan tradicionalmente beneficiosa, está actualmente en desuso y son muchos los olivares que se niegan a permitir la entrada de este ganado en sus tierras por miedo al posible daño que les pudieran ocasionar (AADGE, 2000). Es cierto que las ovejas generan una serie de ventajas al olivar, pero también es cierto que pueden ocasionar problemas si no se realiza un correcto manejo del ganado.

Una zona con importantes extensiones de ganadería y olivicultura ecológica es la de las comarcas cordobesas de Los Pedroches y de La Sierra, donde la integración de ambos sistemas se ha desarrollado tradicionalmente. En los Pedroches un ejemplo de esta práctica es la finca Santa Casilda. El ganado en esta explotación está formado por 200 ovejas de raza Merina. Los animales llegan a mediados de diciembre al olivar, procedentes de la dehesa, y permanecen en él hasta finales de marzo, aunque esta fecha estará en función de la disponibilidad de pasto, influido a su vez por las lluvias que se hayan producido. Durante este periodo, el rebaño se alimenta de pradera natural, de las hojas de poda del olivar y de veza sembrada. Los animales se hacen rotar por la finca, con lo que se cuida el pasto y sirve como estrategia de mantenimiento de su salud. En esta finca implementaron un nuevo uso de las ovejas al introducirlas durante quince días a finales de junio para que eliminasen las varetas que salen de los troncos del olivar. A finales de marzo el ganado regresa a la dehesa, donde se alimenta de pasto natural, bellota y heno (García Trujillo, 2001).

Este aprovechamiento es posible gracias a las características de la zona, en la que existe el pasto de la dehesa.

Tras un estudio realizado por la Asociación Andaluza de Ganadería Ecológica (AADGE, 2000) en las comarcas de Los Pedroches y La Sierra durante los años 1997 y 1998 para estimar el efecto que las ovejas pueden tener sobre la producción de aceituna en olivares ecológicos, se daban a los agricultores una serie de recomendaciones. En primer lugar es importante recordar que las ovejas prefieren comer hierba a ramón de olivo. Las primeras hierbas del otoño son muy ricas en agua y bastante pobres en componentes fibrosos, por lo que se si introdujeran las ovejas en esta época tenderían a ramonear para compensar la escasez de fibra. No hay que olvidar que las ovejas son rumiantes y que, por tanto, necesitan fibra (Boleda, 2002). En consecuencia, al elegir la cubierta a sembrar es importante saber qué especies proporcionan una alimentación más equilibrada al ganado y el momento en que lo hacen. La mezcla de gramíneas y leguminosas es una buena opción ya que se complementan en cuanto a aporte de nutrientes, por ejemplo las leguminosas aportan el calcio que escasea en los cereales. El momento de aprovechamiento óptimo para el ganado es cuando las gramíneas se encuentran en el estadio de espiga a 10 cm y para las leguminosas cuando están al 10% de la floración, momento aproximado al que se introduce el ganado para realizar el control de la cubierta.

Por otro lado, cuando ha concluido el periodo de recolección de la aceituna se procede a la poda de una parte de los árboles de la finca lo que lleva a la aparición de una apreciable cantidad de ramón. Por tanto, conviene introducir en ese momento el ganado en la parcela podada ya que la oferta conjunta de hierba y ramón cortado elimina en gran medida el riesgo de ramoneo de los árboles por parte de los animales.

De todas formas, el escaso ramoneo que pueda realizar el rebaño en esos momentos no va a tener prácticamente repercusión en la producción de aceite, ya que la producción de los primeros brotes nuevos coincide con el comienzo de la escasez de hierba y ése es el momento en que tendrán que salir las ovejas del olivar. Mantenerlas durante más tiempo podría provocar que, debido a la escasez de hierba, el alto porcentaje de fibra que ésta contiene en ese momento y la presencia de brotes tiernos y jugosos en las ramas accesibles a las ovejas, estas empiecen a ocasionar daño a los olivos. Además llega un momento crítico para las ovejas, en la fase final de la gestación, en que un exceso de fibra puede ser perjudicial y por tanto hay que intentar que no coman tanta fibra.

El periodo medio de permanencia recomendado por la AADGE (2000) podría estar alrededor de 90 días, dependiendo de los años, con una carga ganadera media de 0,5 UGM/ha, lo que son unas 3-4 ovejas/ha.

Como conclusiones del estudio destacan que con un manejo adecuado de las ovejas dentro del olivar se aprovechan los recursos de éste sin perjudicar a la producción de aceite, mejorando el suelo y realizando un control de las hierbas adventicias, así como la eliminación de las varetas de los olivos, disminuyendo en este sentido el trabajo que tendrá que hacer el agricultor, siempre teniendo en cuenta que las ovejas deben entrar en el olivar cuando sea más favorable para el cultivo.

Resumiendo, según los zootecnistas de esta asociación (AADGE, 2000) la época de pastoreo de las ovejas en el olivar es el otoño y la primavera, apareciendo limitaciones en invierno. En otoño si hay lluvias pronto y crece una buena cubierta vegetal pueden estar en la parcela hasta dos meses (octubre y noviembre), hasta el comienzo de la recolección, manteniendo siempre una carga ganadera adecuada a la

parcela. En invierno los animales deben salir durante la recolección y si el suelo está demasiado húmedo. En primavera pueden estar hasta que se seque la hierba (normalmente desde febrero a mayo), en función de la carga ganadera que se mantenga. Pero esto puede ser perjudicial desde el punto de vista del olivarero que necesitará eliminar más pronto la cubierta vegetal, no esperando a que se seque la hierba sino evitando que consuma más recursos. Lo mismo ocurriría en el otoño, si se ha sembrado la cubierta vegetal, no interesará que el ganado se encuentre dentro de la parcela y se coma los primeros brotes. Por todo ello, desde el punto de vista del olivar, el ganado debe permanecer a lo sumo un mes y medio o dos en primavera.

En el caso de tener una cubierta vegetal sembrada de leguminosas y gramíneas en olivares ecológicos, se consigue que el ganado pueda alimentarse de manera ecológica con lo que los ganaderos o agricultores propietarios pueden obtener una renta adicional al comercializar la carne o la leche como productos ecológicos. Los ganaderos en la zona de estudio, podrían reducir sus gastos en alimentación al poder aprovechar la cubierta entre las calles del olivar, aumentando de esta forma la eficiencia económica actual de los rebaños (García Trujillo, 2003).

## 4. ESTUDIO DE CASO: EL OLIVAR ECOLÓGICO DE DEIFONTES

### 4.1 ENSAYO DE CUBIERTAS VEGETALES EN EL MUNICIPIO DE DEIFONTES

El presente trabajo supondría la continuación del estudio *Las cubiertas vegetales en el cultivo ecológico del olivo: evaluación del impacto sobre el olivar y exploración de la integración del ganado ovino para su control*, realizado por el Consorcio CIFAED y financiado por el IFAPA de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa a través de la empresa pública Desarrollo Agrario y Pesquero (DAP) de 2003 a 2005.

Este estudio se pone en marcha en el municipio de Castril de la Peña y en el de Deifontes, ambos en la provincia de Granada (Foraster, Lorite *et al.* 2006 y Foraster, Rodríguez *et al.* 2006). El primero, se desarrolla en la zona norte de la provincia, en zona de montaña con suelos muy pendientes y problemas de erosión y un manejo del olivar nada intensivo con producciones bajas y una considerable superficie destinada a la producción ecológica. El segundo municipio pertenece a la comarca de Iznalloz, una zona de suaves lomas con olivar intensivo y producción media-alta donde la producción ecológica tiene poca relevancia y donde también hay problemas de erosión.

En Castril se evaluaron tres cubiertas distintas (veza-avena, guisante y cubierta natural) con dos manejos distintos (siega e incorporación). La cubierta natural tiene una ventaja clara, su menor coste de implantación al ahorrar en semilla y enterrado. Por otro lado, aporta similar diversidad vegetal que las cubiertas sembradas de leguminosa. Sin embargo, presenta una baja cobertura del suelo, menor producción de biomasa y menor valor fertilizante o capacidad para alimentar al ganado. La cubierta veza-avena posee ventajas comparativas en cuanto a la mayor cobertura del terreno, y su capacidad para mantener una producción más estable de biomasa, mayor valor como fertilizante y de mantenimiento del ganado. El guisante presenta un comportamiento muy sensible a las condiciones meteorológicas adversas. La veza-avena parece ser la opción más interesante en olivares con pendientes medias-altas y para olivareros que mantienen ganado ovino propio o ajeno con arriendo de pastos. La veza puede disminuir la diversidad de arvenses acompañantes, sobre todo en combinación con una gramínea, por eso es bueno utilizar dosis bajas de siembra y dejar que la veza se apoye sobre la flora natural. Respecto al contenido del agua del suelo, en un año normal las lluvias primaverales compensarán el mayor consumo de agua al inicio del crecimiento de la cubierta sembrada con veza. En años con bajas precipitaciones sí puede haber problemas. Hay que tener más cuidado cuando la cubierta florece y cuando rebrota tras la siega, la eliminación en el momento oportuno para evitar la competencia por el agua con el cultivo es fundamental; el mayor rebrote que se produce tras la siega en las cubiertas veza-avena puede deberse a su mayor aporte de nitrógeno. La cubierta de guisante sería la opción más deseable para olivares con pendientes medias-bajas y en áreas protegidas de los vientos fríos y las heladas severas.

En el municipio de Castril los beneficios de esta técnica no se hicieron esperar, y en dos años ya se apreciaba la recuperación de las terrazas y del descalzado de los árboles, adoptando el agricultor esta práctica de inmediato.

En Deifontes se evalúan tres manejos distintos: veza eliminada con siega mecánica o incorporada al suelo y cubierta de flora espontánea incorporada al suelo, por ser este manejo el habitual en la zona. La estrategia de manejar una cubierta sembrada con veza-cebada, ejerciendo un control con desbrozadora, sin tocar el suelo en ningún momento

del año, es muy interesante en los años lluviosos porque se produce una buena nascencia, un crecimiento adecuado y un interesante aporte de biomasa y nitrógeno para el suelo de los olivares, que puede verse muy beneficiado con este manejo. Con respecto a la biodiversidad florística, también muestra un comportamiento adecuado, ya que a pesar del crecimiento rastroso de la veza y la capacidad de ahogar a la flora adventicia de la mezcla cereal-leguminosa, que se manifestó en el ensayo de Castril (Foraster et al. 2006), el hecho de no alterar el suelo con el enterrado de la semilla, parece que puede beneficiar la competitividad de la flora natural. Este tratamiento también se muestra ventajoso a la hora de proteger el suelo en los meses siguientes, cuando el suelo queda desprotegido por la ausencia de cubierta viva, ya que los restos inertes fueron muy persistentes seguramente influenciados por la falta de lluvia del segundo año. Los años muy secos, sin embargo, el modo de siembra afecta muy negativamente a la nascencia por lo que esta no muestra diferencias con la natural en la producción de biomasa, ni el aporte de nitrógeno. Además, el hecho de realizar siega parece disminuir el contenido de agua en el suelo frente al testigo, aunque estas diferencias no fueron significativas. Por último, el manejo de la siega con desbrozadora puede haber influido en la composición de la cubierta dado la gran cantidad de residuos y la persistencia que estos tuvieron. Evidentemente, este efecto diferencial debe ser corroborado con el tiempo.

En el municipio de Deifontes se continuó el ensayo y ya se tienen datos de las siguientes dos campañas (2005/06-2006/07), recogidos en la misma finca ecológica, así que los resultados de los próximos años serán comparados con los de los años anteriores y se podrá apreciar la evolución de los indicadores y la aparición de ciertas tendencias que esperamos puedan ayudarnos comprender el complejo funcionamiento de este agroecosistema partiendo de las cubiertas vegetales y como estas interactúan con los demás componentes del sistema, a la vez que nos proveen de servicios ecológicos y potencian los atributos emergentes de sustentabilidad del olivar.

El ensayo que finalizará en las próximas campañas supone la continuación del estudio que acabamos de revisar. En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos en el trabajo de campo para la campaña 2005-2006.

## CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE DEIFONTES

La caracterización del municipio se ha realizado en base al documento del Instituto de Desarrollo Local y Estudios Sociales: “Plan de Desarrollo de los Montes Orientales, 2003”.

### 1. Localización Geográfica

Deifontes se sitúa al norte de la provincia de Granada, limita al norte con Iznalloz, al sur con Cúllar Vega y al oeste con Albolote. Dista 25 kilómetros a la capital y la altura sobre el nivel del mar del núcleo urbano es de 737 metros. Tiene una extensión de 40 km<sup>2</sup>.

### 2. Medio físico y biótico

#### *Geografía y relieve*

Deifontes forma parte de la comarca de los Montes, que está integrada en la alineación más Septentrional de las Cordilleras Béticas: la alineación Subbética; la cual

separa el Valle del Guadalquivir de la Alta Andalucía. Esta zona se caracteriza por estar formada por una amplia solana, que desciende de norte a sur en escalones, en la que alternan macizos montañosos y algunas planicies. A grandes rasgos en la comarca podemos distinguir dos zonas, la zona oeste con un relieve más abrupto y donde se localiza la mayor parte de las sierras y la zona este con un relieve algo más suavizado.

El término de Deifontes se caracteriza por presentar una geografía accidentada, característica de la zona de los Montes. El río Cubillas atraviesa de noreste a sureste el municipio, atravesando el núcleo de población y vierte finalmente sus aguas al Genil en Fuentevaqueros.

Otra característica relevante de Deifontes es el relieve del terreno. Prácticamente toda la zona presenta un desnivel por encima del 3% y la mayor parte del territorio está en pendiente del 3 al 7 %, aproximadamente el 63%. En cultivos leñosos como por ejemplo el olivo, en pendientes superiores al 8% recomiendan utilizar sistemas de conservación del suelo, como al mantenimiento de una cubierta vegetal en el centro de las calles, medida que además ha estado subvencionada por RD 4/2001 de 13 de enero de 2001 (“...ayuda a la utilización de métodos de producción agraria compatibles con el medioambiente”).

#### *Climatología.*

En Deifontes existe un observatorio meteorológico desde hace 40 años, sus características más importantes se reflejan en la tabla siguiente:

**Tabla 4: Datos climáticos medios de Deifontes**

	Altitud (m)	Precipitación media	T máxima (°C)	T mínima (°C)	T media (°C)
DEIFONTES	737	511,1	40,6	-5 °C	15,7

Como en toda la comarca las altas temperaturas en verano y las escasas precipitaciones definen la rigurosidad del clima en esta época del año para muchos cultivos especialmente si se cultivan en secano. Es fácil que se superen los 40 °C en los meses de verano, de hecho el valor medio de la temperatura máxima del mes más cálido para el periodo es de 40,6 °C. En el invierno ocurre lo contrario, y acompañando a las precipitaciones más abundantes se dan las temperaturas más bajas, incluso por debajo de los 0 °C (la temperatura media de las mínimas del mes más frío en el periodo de tiempo considerado es de -5 °C) y precipitaciones máximas en los meses de invierno y mínimas en los de verano que además suceden irregularmente.

La disparidad entre un verano muy seco y un invierno irregularmente lluvioso se combinan con un régimen térmico continental muy extremado, con inviernos largos y fríos con heladas frecuentes que se extienden desde Octubre a Mayo y veranos muy secos y calientes, con nubosidad nula y gran evaporación.

#### *Edafología*

Dentro de los suelos más importantes por la superficie que ocupan en Deifontes y atendiendo a la clasificación de la FAO podemos distinguir: Regosol calcáreo, Litosol y Cambisol cálcico. También por su vocación agronómica se debe mencionar al Fluvisol calcáreo. La zona del estudio se encuentra en un suelo de tipo Cambisol cálcico asociado a Regosol en los que predomina el primero. Aparece soportando una vegetación natural de encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) o coscoja (*Quercus coccifera*) o bien están dedicados a cultivos. Son suelos fértiles y sustentan los cultivos con mayor eficiencia que los Regosoles. Los Cambisoles cálcicos aparecen asociados en esta zona frecuentemente a los Regosoles. Los cambisoles manifiestan una íntima correspondencia con materiales calcáreos asociados a los periodos geológicos más recientes, terciario y cuaternario.

Estos suelos suelen estar dedicados al cultivo de los cereales y del olivar. Son suelos que presentan generalmente tres horizontes diferenciados: A, B, C. El horizonte A, el más superficial, suele ser de color ocre por liberación de hierro. La materia orgánica en este horizonte está comprendida entre el 2 y el 3%. El horizonte B, en suelos que han sufrido laboreos intensivos desde épocas antiguas, puede ser difícil de diferenciar. Por debajo de este horizonte aparece con frecuencia un horizonte de acumulación de carbonato cálcico en forma de nódulos calizos, que pueden llegar a formar un petrocálcico o costra caliza. Estos suelos tienen una profundidad que oscila entre los 40 y los 100 centímetros. La materia orgánica puede alcanzar fácilmente el 2% siempre que los suelos no hayan estado sometidos a constantes laboreos. La mineralización de la materia orgánica es menor que en los regosoles y la concentración de carbonato cálcico es elevado y se mantiene más o menos constante a lo largo del perfil. Presentan abundante elementos gruesos, especialmente si presentaban costra caliza y han sido incorporados al perfil mediante laboreo. Su contenido en arcilla no es muy elevado, con una textura arcillo-arenosa o limo-arenosa preferentemente. Estos suelos suelen ser alcalinos con valores de pH próximos a 8.

Como se comentó anteriormente estos suelos van asociados a Regosoles calcáreos, suelos poco evolucionados con dos horizontes únicamente. En esta zona la roca sobre la que se han desarrollado estos suelos son margas calizas o calizas margosas. Son suelos escasamente desarrollados, con un contenido en carbonato cálcico superior al 50% y sin signos visibles de lavado. La profundidad del suelo es escasa en el primer horizonte y raramente sobrepasa los 30 cm. El contenido de materia orgánica no suele llegar al 2% y ésta se mineraliza fácilmente. La textura es arcillosa o limoarcillosa.

### *Hidrología*

La riqueza hidrológica se establece considerando los aportes de agua debido a las precipitaciones y se completa con un análisis de los recursos disponibles de aguas subterráneas y superficiales. Deifontes pertenece al acuífero del borde norte de la Depresión de Granada, en este acuífero las entradas se realizan exclusivamente por el agua de lluvia y la superficie permeable que comprende es de 280 Km<sup>2</sup>. La entrada de agua se estima en una media de 82 m<sup>3</sup>/año. De estos, 11 (13,4%) son extraídos de los acuíferos mediante sistemas de bombeo, 20 (24,4%) se escapan por el medio subterráneo a otros acuíferos (principalmente al aluvial de la Vega de Granada) y 51 (62,2%) salen por emergencias naturales (manantiales de Alomartes, Tiena la Baja...).

El 40% de la precipitación anual se produce en invierno, en segundo lugar los meses de primavera reciben el 30% del total precipitado en el año y el resto se reparten en otoño y en tormentas de verano. De junio a setiembre el déficit hídrico está

asegurado. Por tanto, es en los meses de invierno y primavera cuando se produce la recarga de los acuíferos. Parte de esta agua como es lógico se pierde en escorrentía.

Las aguas de esta zona se caracterizan por la ubicación de ciertos focos de contaminación, dada la vulnerabilidad de estos materiales frente a la contaminación y a su alta potencialidad para el abastecimiento futuro de los núcleos urbanos, sería conveniente prestar más atención a estos puntos y desarrollar programas preventivos para evitar su deterioro ya que por las condiciones climáticas semiáridas de la mayor parte del área estos acuíferos son de gran interés.

La calidad de esta agua, salvo excepciones, es buena y apta para el consumo humano. Poseen una salinidad media de 0,7 gramos por litro, con facies bicarbonatada cálcica o cálcico-magnésica. La red fluvial es efímera y se encuentra definida por numerosos arroyos o barrancos de escasa o mala escorrentía que se incrementa a veces de forma notable en épocas de lluvias. Lo ríos más importantes, el Velillos y el Cubillas que vierten sus aguas a la Depresión de Granada.

#### *Vegetación y fauna.*

La vegetación natural en esta zona ha sufrido la acción desmedida del ser humano, por lo que la vegetación espontánea que queda se corresponde con una etapa subserial. La causa de la desaparición de casi la totalidad del paisaje original se debe a la intensa roturación de la segunda mitad del siglo pasado y al pastoreo abusivo. Los encinares y robledales que antes cubrían amplias zonas de los montes han desaparecido y sólo quedan rodales muy empobrecidos y diseminados. Únicamente quedan carrascales exigüos y muy dispersos en las laderas abruptas donde los cultivos no se podían implantar.

En algunos puntos de la región se ha potenciado la reforestación con coníferas y en menor cantidad frondosas de ribera. Lo esencial del paisaje es el matorral y el monte bajo (coscojas, chaparras, aulagas, retamas, etc.). En líneas generales se trata de una garriga empobrecida y degradada, que alcanza su mínima expresión en esta zona.

La desaparición o sustitución de la vegetación natural ha llevado a la disminución de la riqueza faunística. En los agroecosistemas formados por cultivos anuales y arbóreos se pueden localizar especies como: conejo (*Oryctogalus cuniculus*), estornino negro (*Sturnus vulgaris*), Paloma zurita (*Columba oenas*), lechuza (*Tyto alba*), gorrión (*Passer domesticus*) y jilguero (*Carduelis carduelis*). Por último, los matorrales, chaparrales de la zona de Sierra Arana incluida en el municipio de Deifontes, albergan especies características como: urraca (*Pica pica*), cuervo (*Corvus corax*), perdiz común (*Alectoris rufa*), Abubilla (*Upupa epops*), etc.

#### *Estructura socioeconómica*

##### *Demografía*

Mientras en el conjunto de los Montes Orientales la población ha aumentado a lo largo de la primera mitad del siglo XX para posteriormente descender de forma casi simétrica a dicho ascenso, en el caso del municipio de Deifontes la caída demográfica no ha sido tan importante. Es cierto que en 1960 la población casi triplica las cifras con que comienza el siglo, pero en el año 2000 el número de habitantes, pese a descender, supone un 143,5% de la que era en 1900.

En la década 1991-2000 la población de Deifontes ha disminuido levemente, un 0,67%. Este descenso se ha producido básicamente en los últimos cinco años. Por su parte, la población total de los Montes Orientales lo ha hecho en más de un 5%. El peso demográfico del municipio respecto al total comarcal ha subido constantemente a lo largo del siglo.

La inmigración total supera a la emigración dándose una pequeña mayoría de mujeres inmigrantes: 52% frente al 48% masculino. Esta misma tendencia se produce en el conjunto de los Montes Orientales. El índice de vejez de Deifontes es muy alto en comparación con la media andaluza, más alto incluso que la media provincial. Junto a este envejecimiento similar al de la media comarcal, Deifontes presenta una proporcional ausencia de jóvenes con edades comprendidas entre los 15-34 años.

### *La agricultura*

Cabe destacar la importancia de los cultivos leñosos que ocupan el 88% de la superficie del municipio, además se ha ido incrementando en los últimos años. Los cultivos herbáceos tienen muy poca importancia, ocupando un 3% de la superficie. Los cultivos herbáceos han ido disminuyendo su superficie, en beneficio de los leñosos. El resto de los factores que ocupan la tierra de este municipio se han mantenido constantes. Los cultivos herbáceos en la zona, tanto cereales (trigo, cebada y avena de secano y regadío), forrajeras, hortícolas (tomate, ajo..., sólo en regadío), cultivos industriales (girasol de secano y regadío), leguminosas (garbanzo y lenteja principalmente en secano), así como tubérculos (patata en regadío), han ido disminuyendo en los últimos cinco años, afectando principalmente al secano.

Los cultivos leñosos se han visto incrementados debido a las ayudas a la producción de aceite de oliva que ha favorecido la conversión de parte de la superficie dedicada a cultivos herbáceos y barbecho a olivar.

También es importante el aumento que se ha producido en el cultivo del olivo en regadío, gran parte del cual proviene de la instalación de riegos en plantaciones de secano. Al resto de cultivos leñosos como el almendro y la viña apenas se les dedica superficie. El cultivo de la viña en secano ha desaparecido y en regadío se ha mantenido la superficie, aunque es probable que desaparezca en beneficio del olivar.

La situación estructural de las explotaciones agrícolas es tal que el 78,7% de las mismas tienen una superficie menor de 5 hectáreas y el 2% únicamente mayor de 50 hectáreas. De la superficie total de tierras cultivadas el 71,6% lo explotan los propietarios y el resto está bajo otro régimen de tenencia, bien arrendamiento u otros regímenes.

El relevo generacional ha sido escaso en los últimos años, apenas se han incorporado 50 nuevos individuos al sector y se ha incrementado el número de titulares menores de 34 años en solo 7 individuos, mientras que los mayores de 65 años lo han hecho en 39. Además el 31,4% de los titulares tiene una segunda ocupación, la mayoría de ellos principal.

### *La ganadería*

La cabaña ganadera de Deifontes apenas tiene importancia, aunque sí se debe considerar al menos el aspecto positivo que representa desde el punto de vista

socioeconómico en la comarca puesto que las explotaciones se encuentran en las zonas más desfavorecidas, lo cual contribuye a fijar en el territorio a parte de la población, la diversificación de las actividades agrarias de la zona y la posibilidad de aprovechar productos de deshecho de otras actividades agrícolas, como las rastrojeras.

Por una parte, existe una ganadería autóctona representada principalmente por ganado caprino de la raza granadina-murciana y de oveja de raza montesina (esta última protegida como raza en peligro de extinción). El cerdo ibérico desapareció totalmente de la comarca al igual que ciertas razas de gallinas. Y por otro, como consecuencia de un nuevo sistema productivo basado en la producción precoz, se favoreció la importación de especies precoces europeas para conseguir proteína a precios de mercado más bajos. Es por ello, por lo que se crearon numerosas explotaciones de razas precoces de porcino para engorde; en el caso de las aves pasó igual, se instalaron numerosas explotaciones para pollos de engorde y alguna explotación industrial de ponedoras, incluso han aparecido de engorde de pavos y avestruces.

## 4.2 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES TÉCNICO-AGRONÓMICOS

### LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El olivar donde se realiza el ensayo está situado en unas lomas de pendiente media, variando la pendiente entre zonas entre 3-15%. Los olivos son de la variedad Picual, se trata de árboles de unos 15 años, con un marco de plantación de 8 x 8 metros. Este olivar es de regadío y se practica la agricultura ecológica desde el inicio de la plantación. Esta zona se caracteriza por practicar una olivicultura intensiva sobre lomas de suave pendiente y suelos calizos poco profundos. No se produce integración con el ganado en ningún momento del año. La fertilización se ha realizado tradicionalmente con estiércol o compost de alperujo de fabricación propia.

En cuanto a tratamientos frente a plagas o enfermedades, sólo emplea el trapeo masivo con la trampa OLIFE para luchar contra la mosca, y emplea compuestos permitidos de cobre frente a repilo.

El método de recolección es el vareo manual, ayudándose con vibradores de ramas, y la fecha es en noviembre, no recogiendo aceituna del suelo.

### DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental se hace en bloques al azar, para disminuir el error experimental que introducirían las distintas características de las subparcelas.

Los tratamientos realizados en Deifontes son:

1. Manejo con siembra de cubierta vegetal anual de veza-cebada, y siega dejando los residuos en superficie.
2. Manejo con siembra de cubierta vegetal anual de veza-cebada y siega con posterior incorporación de los residuos mediante cultivador.
3. Testigo: manejo sin siembra de cubierta vegetal anual, y control mecánico de adventicias mediante pases de cultivador.

Se han hecho cuatro repeticiones por tratamiento. Esto hace un total de 12 subparcelas. Las subparcelas están formadas por 25 árboles cada una, a un marco de plantación de 8x8 metros. Cada parcela elemental tiene una superficie de 1.024 m<sup>2</sup> y están separadas por una línea guarda, esto implica que la superficie total del ensayo es de 1,54 ha.

Tras la toma de datos y el procesado de los mismos, se realizaron los análisis de varianza pertinentes y la separación de medias.

### ELECCIÓN Y MANEJO DE LA CUBIERTA

Las cubiertas pueden estar compuestas por una o varias especies. Las cubiertas de cereales como cebada o avena han sido estudiadas por varios autores. Se trata de

especies rústicas, bien adaptadas a suelos pobres, pero no son la mejor opción, ya que se establece una fuerte competencia con el olivo por el nitrógeno y tienen capacidad de rebrote. No son además especies que favorezcan la presencia de enemigos naturales de las plagas.

Las mezclas de especies de cereal y leguminosa, como veza-avena, son muy interesantes porque en muchos casos son complementarias (relación C:N, permanencia de residuos, composición nutritiva...). Además de ser buenas desde el punto de vista agronómico y medioambiental, poseen unas buenas características nutritivas como alimento para el ganado.

En Deifontes se continúa con el ensayo de los dos años anteriores donde se pretende comparar la cubierta de veza-cebada con la natural, pero sobre todo ver el impacto del modo de control de la cubierta en los distintos aspectos evaluados.

La siembra de las cubiertas se realizó el 11 de octubre, tras las primeras lluvias, y fue llevada a cabo a voleo sin enterrar la semilla. Cada subparcela de veza-cebada tiene una mezcla de 20 Kg. de veza (156 Kg/ha) y 5 Kg. de cebada (39 Kg/ha). Los días posteriores a la siembra también llovió.

La eliminación de la cubierta es mecánica. La siega de las cubiertas se ha realizado mediante desbrozadora de martillos desde el día 29 al 30 de abril en el tratamiento correspondiente. En el resto de parcelas la incorporación mediante pase de maquinaria con cultivador se llevó a cabo el 29 de abril. En el mes de junio y el día 30 de julio se volvió a incorporar la cubierta con el cultivador en las parcelas que llevaban este tratamiento.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los indicadores a registrar en cada una de las subparcelas son:

### Productivos:

- Biomasa aportada por la cubierta vegetal
- Valor nutritivo y fertilizante de la cubierta vegetal
- Producción del olivar.

### Edáficos:

- Contenido en agua a distintas profundidades en el perfil y en distintas fechas.
- Análisis físico-químico del suelo

### Otros:

- Especies de flora adventicia presentes en los distintos tratamientos, estimando el índice de biodiversidad de Shannon.
- El índice de cobertura del suelo de cada tratamiento a distinta fecha.

La metodología empleada se detalla a continuación.

Parámetros edáficos

1. Análisis físico-químico del suelo.

Se recogieron doce submuestras en zig-zag y a 30 cm. de profundidad por tratamiento (tres por subparcela), mezcladas posteriormente para obtener una única muestra de suelo de 1 Kg. de peso.

El muestreo se realizó el día 17 de octubre y los parámetros que se han determinado son: el contenido en materia orgánica del suelo, capacidad de intercambio catiónico, nitrógeno, cationes de cambio, carbonatos, caliza activa, pH, clasificación textural y potasio y fósforo asimilables. El análisis se ha llevado a cabo en el Laboratorio Agroalimentario de la Consejería de Agricultura y Pesca en Atarfe.

2. Contenido de agua en el suelo.

Para determinar el contenido en agua se ha empleado el método gravimétrico. Se toman dos muestras de suelo en cada subparcela a distinta profundidad: una entre 0-25 cm y otra entre 25-50 cm. Se realiza la toma de muestras con una barrena forestal, aproximadamente cada 20 días, esperando unos días si se han producido precipitaciones recientemente, para que el movimiento gravitacional del agua en el perfil haya finalizado.

Las muestras se envuelven en papel de aluminio en campo y se introducen en bolsas de plástico para que no pierdan humedad. Posteriormente se pesan antes de introducirlas en la estufa a 110°C. A los siete días de iniciarse la desecación, aproximadamente, se pesan las muestras y después a los diez días se vuelven a pesar para comprobar que han llegado a peso constante. El contenido de agua se expresa en % sobre peso seco de suelo.

El periodo de toma de muestras se inició en marzo y se prolongó hasta finales de junio. Se inicia en este mes ya que se supone que se han producido el 70% de las precipitaciones anuales (otoño-invierno) y el suelo se encuentra a capacidad de campo o, al menos, con un contenido alto de humedad. En el ensayo del año anterior, a ese periodo de muestreo se le sumó la toma de muestras realizada en febrero, ya que la evidente diferencia en la presencia de cubierta inerte (mulch) proveniente del año anterior entre los distintos tratamientos, hacía deseable medir su efecto en el contenido de agua en el suelo. Esta medición no resultó significativamente distinta, por lo que este año no se realiza este muestreo en el mes de febrero.

La evolución del contenido en agua del suelo se analiza a partir de las muestras obtenidas en seis fechas distintas que fueron las que se indican en la tabla 5.

**Tabla 5: Calendario de muestreo de contenido de agua en el suelo**

	Nº muestreo				
	1	2	3	4	5
Deifontes	09/03/2006	03/04/2006	27/04/2006	24/05/2006	23/06/2006

La siguiente tabla recoge los límites de contenido de agua en el suelo aprovechable para los cultivos en función de su textura.

**Tabla 6: Capacidad de campo y punto de marchitez de algunos suelos expresado en % de agua sobre tierra seca**

	Capacidad de campo	Marchitez permanente
Suelo arenoso	10-15	3-5
Suelo areno-limoso	20	5-10
Suelo franco	20-30	10
Suelo arcilloso	30-40	10-15

Fuente: Urbano Terrón (1992)

### Parámetros productivos

#### 1. Biomasa aportada por la cubierta vegetal.

Para llevar a cabo esta determinación, se tomaron muestras lanzando un cuadrado de hierro de 50x50 cm 12 veces en cada subparcela, segando la biomasa vegetal que quedaba contenida entre los límites del cuadrante. Posteriormente se introdujeron las muestras en sobres de papel bien identificados, separando las plantas cultivadas de las adventicias y se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante. En el caso de la cubierta sembrada se separó la veza para determinar por separado su rendimiento en materia seca. Para cada muestra se registró el peso fresco y el peso seco.

La toma de muestras se realizó en Deifontes del 25 al 26 de abril. El muestreo se realizó justo antes de eliminar la cubierta.

Para calcular la materia fresca aportada se realiza la estimación de los kg/ha, ya que sabemos la superficie en la que hemos recogido las muestras (12 x (50x50 cm)) y su peso fresco. Del mismo modo calculamos la materia seca aportada por la cubierta una vez las muestras están completamente secas.

#### 2. Valor nutritivo de la cubierta vegetal.

En todas las subparcelas, antes de proceder a la incorporación de la cubierta, se obtiene una muestra de 1 kg, de manera aleatoria lanzando el aro las veces necesarias hasta conseguir el peso deseado. Las muestras se colocaron dentro de sobres que a su vez iban dentro de bolsas de plástico para que no se deteriorasen. Los parámetros registrados han sido: cenizas brutas, fibra bruta, grasa bruta, humedad, proteína bruta, calcio y fósforo.

La toma de muestras se hizo los mismos días que la evaluación de la biomasa y se llevaron rápidamente al Laboratorio Agroalimentario de la Consejería de Agricultura y Pesca en Atarfe (Granada), donde se han realizado los análisis para determinar el aporte de nitrógeno que supone al suelo el uso de la cubierta vegetal así como para calcular la carga ganadera, en el caso de que se aprovechase la cubierta como alimento para el ganado.

– Determinación valor fertilizante en N

Para establecer este valor, se toma el dato del análisis del valor nutritivo de la cubierta para la proteína bruta. El valor de la proteína se obtiene al multiplicar el nitrógeno presente en las muestras por 6,25 que es el valor de conversión de este elemento en proteína (INRA, 1989).

El valor fertilizante de cada cubierta se calcula utilizando el dato de la cantidad de nitrógeno presente en función de la biomasa producida.

– Determinación carga ganadera

La carga ganadera hace referencia al número de animales que pueden alimentarse de esa cubierta durante un periodo de tiempo determinado, en este caso la carga, se expresa como UGM por hectárea y mes. Una oveja adulta equivale a 0,15 UGM.

Para determinar la carga ganadera en el olivar, sobre las distintas cubiertas ensayadas, tomamos como animal de referencia, una oveja adulta, de unos 45 Kg de peso, con 1,5 partos al año, de manera que en un periodo de 24 meses se encuentra un 25 % del tiempo en gestación, un 33 % en lactación, y un 42 % vacía. Multiplicando el tiempo medio que pasa en cada uno de estos estadios por las necesidades nutricionales que deben ser cubiertas en cuanto a materia seca como a proteína digestible, se obtienen los requerimientos de un animal. Además se debe tener en cuenta el aprovechamiento real que hace el animal de la cubierta. Este valor suele ser, por lo general, alto en torno al 80%.

Como la cubierta sólo se siembra en las calles de la parcela, la superficie que realmente cubre del terreno será la que no se encuentre cubierta por los olivos. Como se explicó en la introducción, el valor de cobertura del suelo para un olivar medio es aproximadamente del 30%, por lo que se considera que la cubierta ocupa el resto de superficie, es decir, el 70%.

### 3. Producción del olivar.

La medición de la producción de cada parcela se realizó recogiendo y pesando la aceituna total de 4 árboles centrales.

La recolección en este tercer año de ensayo se realizó el día 21 de noviembre de 2006.

#### Cobertura y composición de la cubierta

Para estimar estos parámetros se han realizado medidas en cada subparcela en base a tres transectos: la línea de máxima pendiente y las dos diagonales. Para el índice de cobertura se lanza en 12 ocasiones el cuadrado metálico de 50x50 cm., separadas unos 10 metros. En el caso del índice de Shannon se realizaron 12 lanzamientos por subparcela y se anotó el número de individuos de cada especie, tanto de las adventicias como de las cultivadas. El índice de cobertura se estimó una vez al mes desde el mes de febrero y el de Shannon antes de la incorporación de la cubierta (del 24 al 28 de abril).

## 1. Índice de cobertura del suelo

Para estimar el índice de cobertura del suelo se emplea la escala semicuantitativa de Braun-Blanquet (1979), cuyos valores se encuentran indicados en la tabla 7. Esta medida nos da una idea de la protección que ofrece la cubierta frente a la erosión hídrica, ya que es una de las variables empleadas para la determinación de la pérdida de suelo según la ecuación de la USLE.

**Tabla 7: Valores del Índice de cobertura**

Definición	Cobertura (%)	Valor índice
Cubriendo < 1/10 de la superficie	0-10	1
Cubriendo entre 1/10 y 1/4	10-25	2
Cubriendo entre 1/4 y 1/2	25-50	3
Cubriendo entre 1/2 y 3/4	50-75	4
Cubriendo entre 3/4 y 4/4	75-100	5

Fuente: Braun-Blanquet (1979)

El calendario de muestreos se inició en febrero, según se indica en la tabla 8.

**Tabla 8: Calendario de muestreos del Índice de cobertura**

Nº muestreo					
1	2	3	4	5	6
24/02/2006	21/03/2006	21/04/2006	24/05/2006	24/05/2006	23/06/2006

Los valores del índice de cobertura están relacionados con el manejo que se haga de la cubierta. Así, tras su eliminación se sigue estudiando dicho índice para ver qué porcentaje de suelo cubren las plantas que crecen tras la eliminación de las especies sembradas. En este caso, dado que una variable importante es la presencia de mulch en el tratamiento de siega de la cubierta de veza-cebada, se ha considerado tanto la cubierta viva, como la cobertura total, suma del efecto de ésta y del mulch.

## 2. Composición de la cubierta

Para la determinación de especies presentes en cada subparcela, se tomaron muestras desde principios del mes de marzo y hasta el mes de junio. Las muestras se guardaron primero en papel de periódico para que no se degradaran. Las plantas han sido prensadas y secadas por métodos tradicionales en el Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales de la ETSIAM. Posteriormente se llevó a cabo su montaje para identificarlas con la ayuda de claves botánicas (Valdés *et al.*, 1987, Villarías, J.L., 1992; Carretero, 2004, Castroviejo, 2001, Behrendt y Hanf, 1982). El material identificado puede consultarse en el herbario del CIFAED.

### 3. Índice de Shannon

El Índice de Shannon es el índice que nos permitirá determinar la biodiversidad presente en cada tratamiento. Este índice se calcula en base al número de individuos totales (N) y al número de individuos de cada especie ( $n_i$ ), según la ecuación:

$$H' = -\sum p_i \cdot \log p_i$$

donde,

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero cuando hay sólo una especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por un mismo número de individuos, siendo S el número de especies o riqueza específica (Moreno, 2001).

Para la determinación de este índice se procede lanzando el cuadro de 50x50 cm 12 veces en cada subparcela y contabilizando los individuos de cada una de las especies presentes en cada lanzamiento. Para cada tratamiento obtendremos un índice de Shannon distinto; los resultados obtenidos serán tratados estadísticamente y se analizará la varianza y la separación de medias con el programa informático Statistics 8.

Durante la identificación de las especies y el conteo de individuos nos encontramos con plántulas que apenas han iniciado su desarrollo, si la identificación de las plántulas no es posible en un primer momento se recogen más adelante otros individuos de la misma especie con un estado fenológico más avanzado que permita su determinación, estos individuos pueden ser de la misma parcela o bien de los márgenes del olivar o de los ruedos bajo el árbol. En algunos casos, no se pudo encontrar ejemplares identificables.

Las fechas de muestreo fueron del 24 al 28 de abril del mismo año.

### TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

El tratamiento estadístico de los datos obtenidos se realiza tras su procesamiento. Para realizarlo se empleará el programa Statistics 8, mediante un análisis de varianza para un diseño de bloques completamente al azar, realizando una separación de medias por intervalos LSD.

Los parámetros que se procesaran estadísticamente son el valor nutritivo de las cubiertas, el contenido en humedad del suelo, la biomasa producida por la cubierta, el número de especies presentes, el índice de Shannon y la producción de aceituna. El objetivo de dicho análisis es observar si existen diferencias significativas entre los parámetros estudiados en función del tipo de cubierta.

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico se incluyen en el apartado de Resultados y Discusión y las salidas del programa estadístico se adjuntan en el Anexo III.

## 4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se detallan los resultados obtenidos para los parámetros estudiados en el ensayo.

## PARÁMETROS EDÁFICOS

*Análisis de la fertilidad del suelo*

Las fechas de muestreo fueron el 5 de noviembre de 2003, el 10 de noviembre de 2004 y el 13 de octubre de 2005.

**Tabla 9: Resultados análisis físico-químico del suelo según tipo de cubierta.**

	Testigo			V-C incorp			V-C siega		
	11/03	11/04	10/05	11/03	11/04	10/05	11/03	11/04	10/05
Calcio de cambio (meq/100g)	Saturado			Saturado			Saturado		
Potasio de cambio (meq/100g)	0,716	0,384	0,358	0,409	0,46	0,409	0,563	0,409	0,307
Sodio de cambio (meq/100g)	0,83	0,383	0,087	0,070	0,378	0,091	0,074	0,372	0,091
Magnesio de cambio (meq/100g)	1,275	1,063	0,885	0,813	0,915	0,865	1,196	0,94	0,75
Caliza activa (%)	11,70	12,7	9,38	13,15	12,6	11,95	11,75	12,9	13,1
Carbonatos (%)	44,2	39,1	41,2	46,4	37,4	48,6	43	34,9	52
Materia orgánica oxidable (%)	2,81	1,99	2,69	2,41	1,91	2,34	2,91	1,97	2,27
CIC (meq/100g)	17,39	14,78	14,35	12,61	13,91	13,04	14,35	13,70	11,30
Fósforo asimilable (ppm)	19	10	16	12	7	11	18	8	10
Potasio asimilable (ppm)	265	145	215	150	175	205	210	150	175
Nitrógeno total (%)	0,211	0,184	0,186	0,165	0,156	0,17	0,194	0,157	0,171
pH 1 / 2.5	7,9	7,9	8,0	7,9	7,9	7,9	7,8	7,9	8
pH en ClK	7,5	7,7	7,4	7,5	7,6	7,5	7,4	7,7	7,5
Clasificación	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr	Fr
Textura arcilla (%)	21,15	23,55	23,35	21,40	22,45	28,7	23,95	22,7	18,05
Textura arena (%)	38,75	34,48	34,24	36,69	36,13	36,5	36,99	39,08	38,56
Textura limo (%)	40,10	41,97	42,41	41,91	41,42	34,8	39,06	38,22	43,39

En la tabla 9 se recogen los resultados de los tres muestreos de suelo realizados en la parcela de ensayo de Deifontes para los diferentes tratamientos. Las características del suelo son las siguientes: en cuanto a composición se trata de un suelo de consistencia media, de textura franca, con capacidad media-baja de almacenar agua disponible para la planta. El pH es alcalino, con un valor de pH entre 7,5 y 8, aunque cercano a la neutralidad.

El contenido de materia orgánica de un suelo depende, además del volumen y calidad de los residuos vegetales que se incorporen, de la textura, del pH y del carbonato de cal. Interesa mantener niveles altos, con el fin de crear un buen complejo arcillo-húmico. Según su textura, los suelos de Deifontes tienen un nivel entre normal y alto.

Los suelos calizos se caracterizan por tener más de un 10% de carbonatos existiendo exceso de cal cuando este valor supera el 20%. Este exceso influye en la textura del suelo, favoreciendo la rápida destrucción de la M.O. contribuyendo al empobrecimiento del suelo en humus. Además bloquea, en formas insolubles, la asimilación de ciertos nutrientes como el hierro produciendo clorosis férrica y otras enfermedades carenciales. Las parcelas de Deifontes muestran un nivel muy alto de carbonatos siendo un suelo muy calizo y con una gran concentración de cal activa. El hecho de que se mantenga a niveles tan altos de materia orgánica da idea de la importancia de la biomasa incorporada con la cubierta.

La capacidad de intercambio catiónico, indica junto a la materia orgánica, el índice de fertilidad de un suelo, y mide la capacidad que tiene para retener cationes. La capacidad total de cambio de un suelo depende del porcentaje de arcilla y de la materia orgánica que contenga. La bibliografía apunta a valores por debajo de 5 meq/100g como muy bajos, indicando claramente que se trata de un suelo muy pobre. Por el contrario, valores cercanos a 30 meq/100g, indican que nos encontramos ante un suelo excesivamente arcilloso en el que existiría riesgo de asfixia radicular por encharcamiento. Teniendo en cuenta este intervalo los suelos de Deifontes se pueden considerar como medianamente fértiles.

El fósforo se encuentra en el suelo en varios estados: directamente asimilable, intercambiable, lentamente asimilable e inasimilable. El fósforo asimilable es aquel que está de forma disponible para las plantas en la solución del suelo y para su determinación analítica en suelos calizos se utiliza el método Olsen. A iguales cantidades de fósforo en el suelo, los niveles de riqueza en este elemento dependerán fundamentalmente de su textura y contenido en carbonatos, así como del sistema de cultivo seguido. A partir de la bibliografía y de los valores de fósforo asimilable encontrados para cada tratamiento se puede decir que en los suelos de Deifontes hay un nivel bajo.

El potasio se puede encontrar en el suelo en varias formas: mineral, interlamina, cambiante y en solución. El potasio cambiante es el que está retenido con el complejo arcillo-húmico. Esta fracción de potasio es la que interviene en el intercambio catiónico con la solución del suelo, siendo la principal reserva de potasio de la que dispone la planta. Cuanto mayor sea el contenido en arcilla del suelo, mayor será su capacidad de fijación de iones potasio. Los valores obtenidos en el ensayo de Deifontes se encuentran en un nivel bajo (Tabla 9).

Un exceso de  $\text{Ca}^{++}$  cambiante puede interferir en la asimilación del  $\text{Mg}^{++}$  y del  $\text{K}^+$ . Si la relación  $\text{Ca/Mg}$ , expresado ambos en meq/100g es mayor de 10, es probable una carencia inducida de Mg. Lo ideal es que esta relación esté alrededor de 5. Otra

relación muy estudiada es la K/Mg también expresados en meq/100g. Lo idóneo es que dicho cociente esté entre el 0,2 y el 0,3. En caso de que sea mayor de 0,5 existe riesgo de carencia de Mg no por falta de este elemento en el suelo sino por exceso proporcional de K. Por el contrario si dicha relación está alrededor de 0,1 lo más probable es que exista carencia inducida de K. Por otro lado, un exceso de Na produce deficiencias en Ca y Mg lo que en cultivos arbóreos se traduce en fuertes defoliaciones. Cuando el Na signifique más del 10% de la CTC (capacidad total de cambio) que viene a ser 1 meq/100g en tierras arenosas, 1,5 meq/100g en tierras francas y 2 meq/100g en tierras arcillosas, cabe sospechar problemas de salinidad de tipo sódico, por lo que se recomienda acudir a un examen especial de salinidad. Cuando el Na signifique más del 15% de la CTC estamos ante un suelo sódico con todos sus problemas de tipo físico que nos presenta y al que habrá que aplicar enmiendas tipo azufre o yeso.

Los resultados analíticos para la determinación de calcio de cambio indican que el suelo está saturado de este catión. Si el suelo se encuentra saturado, el coeficiente Ca/Mg será alto. Un exceso de  $\text{Ca}^{++}$  cambiante puede interferir en la asimilación del  $\text{Mg}^{++}$  y del  $\text{K}^+$ . Según Fernández-Escobar (2004) es frecuente en parte del olivar andaluz la existencia de deficiencias en potasio aún en suelos ricos en este elemento, a causa de la elevada presencia de calcio y cal activa.

Por otra parte, existe riesgo de carencia de Mg no por falta de este elemento en el suelo sino por exceso proporcional de K ya que el coeficiente K/Mg se aproxima a 0,5. La determinación del Na es importante ya que indica el estado de salinidad del suelo; según los resultados numéricos obtenidos y tomando los valores citados en la bibliografía, en ninguna de las parcelas experimentales existen problemas de salinidad.

De todos modos la determinación de carencias o excesos de nutrientes debe partir de un balance de nutrientes en que se detallan las fuentes y sumideros de cada nutriente y las relaciones que existen entre ellos. No obstante, el contenido de nutrientes del suelo no tiene por qué estar relacionado con el de la planta, a menos que los análisis muestren unos valores extremadamente bajos en un elemento nutritivo, en cuyo caso cabe sospechar que los árboles pueden presentar carencias en ese elemento (Fernández-Escobar, 1997).

No existe aún una tendencia definida en la evolución de las características del suelo en Deifontes, ya que el ensayo sólo ha tenido lugar en tres anualidades, y el segundo año fue escasa la diferencia entre tratamientos debido a la climatología.

#### Contenido de agua en el suelo

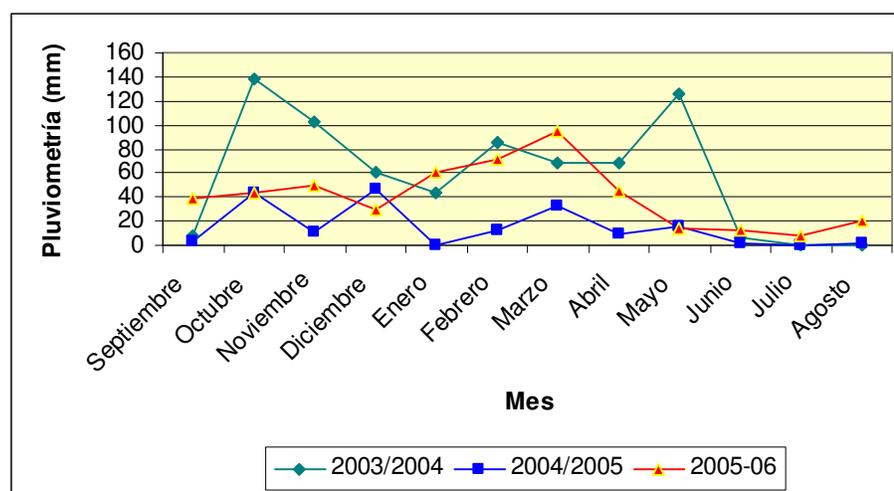
El contenido de agua en el suelo viene marcado por la escasez de precipitaciones del año anterior a este ensayo. El gráfico 1 muestra hasta qué punto han sido diferentes climatológicamente los tres años agrícolas de ensayo. El año 2003-04 fue húmedo, el año 2004-05 muy seco y este tercer año de ensayo se encuentra en un término medio en cuanto a precipitaciones se refiere en relación a las dos campañas anteriores. Baste decir que entre septiembre y junio se recogieron 705 mm de precipitaciones en el primer año, frente a 176 mm en el segundo año de ensayo y por último 460 mm para 2005-06.

El efecto de la pluviometría sobre las cubiertas es primordial para su establecimiento; ya que la semilla, en la siembra, no se entierra con un pase de rastra, impidiendo a la simiente encontrar las condiciones idóneas de germinación y agarre al estar más expuestas a la falta de humedad, como se verá más adelante, este hecho permitió el primer año una muy buena implantación de la cubierta y el segundo año una

implantación escasa, que ha mejorado significativamente este tercer año. El hecho de no enterrar las semillas no es caprichoso, si no que se basa en criterios de manejo de la cubierta que a menudo los agricultores plantean y que podrían resumirse como sigue: en olivicultura ecológica la mejor opción de control de la cubierta es la siega de la misma con el fin de no mover el suelo en aquellos olivares, la mayoría, con riesgo de erosión. Dado que a menudo esta siega es mecánica, el principal inconveniente que encuentran los olivareros es que las desbrozadoras tienen que realizar el corte a cierta altura del suelo por la presencia de pedregosidad, restando así eficiencia a la siega y aumentando la pérdida de agua del suelo tras el corte. La opción que tienen para evitar este problema los olivareros es realizar previamente al uso de las cubiertas vegetales un despedregado de la finca, a partir del cual ya no deben mover el suelo ni tan siquiera con la rastra en la siembra para evitar que afloren nuevas piedras. Esta es la opción en su conjunto que se está evaluando.

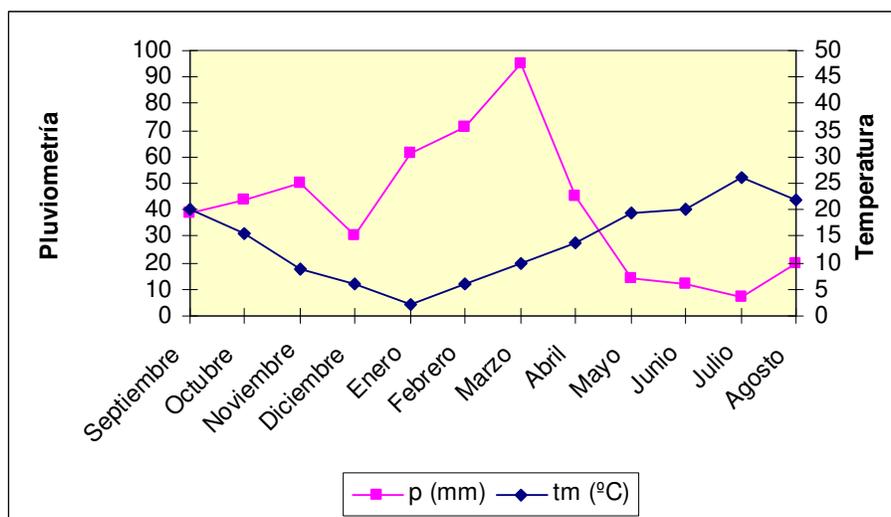
El primer año de ensayo la generosidad de las lluvias permitió en esas condiciones un desarrollo adecuado de las cubiertas de veza-cebada que en estos dos últimos años no se ha conseguido por la sequía que se padeció el segundo año de ensayo, en este tercer año el desarrollo de la cubierta se ha visto mejorado en relación al año anterior, aunque sin lograr los resultados obtenidos en 2003-04. Tal como se puede ver en el climodiagrama de Walter y Lieth en el gráfico 2, de mayo a septiembre existió sequía, mientras que la subsequía se dió desde principios de abril y hasta el mes de octubre. Durante este periodo, las precipitaciones no compensan el mayor valor de evapotranspiración de la cubierta vegetal.

**Gráfico 1: Precipitaciones producidas durante los periodos de ensayo de 2003/2004; 2004/2005 y 2005/2006 en la estación de Iznalloz**



Fuente: Elaboración propia a partir de CAP (2005)

**Gráfico 2: Climodiagrama de Walter-Lieth para el año agrícola 2005-2006.**



Fuente: Elaboración propia

La nascencia de la veza y la cebada, ha aumentado este año en relación al anterior, debido a la mayor pluviosidad. Esto ha dado lugar a que existan diferencias entre tratamientos que el año anterior no se encontraron: biomasa, composición nutritiva de la cubierta..., como veremos más adelante. En el caso del contenido de agua en el suelo no aparecen grandes diferencias entre tratamientos, sobre todo en los primeros centímetros del suelo, aunque se observa la tendencia de las cubiertas sembradas a poseer una mayor capacidad de retención de agua, hasta que comienza el periodo de competencia por el agua entre el olivar y la cubierta.

Los suelos francos presentan en capacidad de campo un contenido de agua de 20-30% sobre suelo seco y en marchitez permanente alrededor de 10%. El efecto de la sequía en este ensayo se ha retrasado un poco respecto al año anterior, pues de abril de 2005 en adelante el contenido de agua estuvo por debajo del punto de marchitez permanente para todos los tratamientos, mientras que en la campaña agrícola de 2005-06, en esa misma fecha, el porcentaje de agua es mayor (superando el 10% sobre suelo seco). De todos modos ya en el mes de abril existe sequía, como puede observarse en el gráfico 2, y se reducen significativamente las reservas de agua en ambas profundidades, agudizándose el consumo en el nivel más profundo debido al aumento de las temperaturas y a una mayor evapotranspiración de la cubierta.

**Tabla 10: Contenido de agua en el suelo (% sobre peso seco de suelo) según tipo de cubierta y profundidad para fechas diferentes de muestreo**

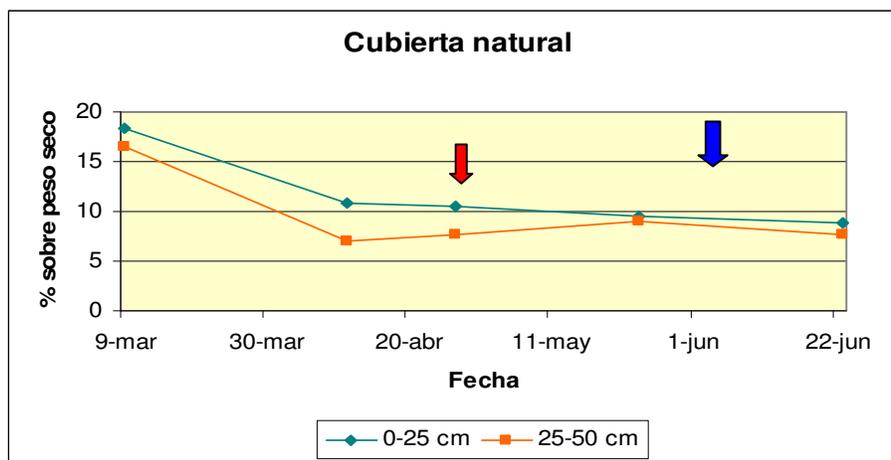
Muestreo	Fecha	Testigo		Veza-cebada incorp.		Veza-cebada siega	
		0-25 cm	25-50 cm	0-25 cm	25-50 cm	0-25 cm	25-50 cm
1	09-mar	18,36 <sup>a</sup>	16,45 <sup>a</sup>	15,90 <sup>a</sup>	16,37 <sup>a</sup>	17,40 <sup>a</sup>	17,04 <sup>a</sup>
2	03-abr	10,90 <sup>a</sup>	7,06 <sup>b</sup>	11,95 <sup>a</sup>	11,62 <sup>ab</sup>	14,01 <sup>a</sup>	13,30 <sup>a</sup>
4	27-abr	10,47 <sup>a</sup>	7,71 <sup>a</sup>	11,13 <sup>a</sup>	10,56 <sup>a</sup>	12,11 <sup>a</sup>	11,05 <sup>a</sup>
5	24-may	9,56 <sup>a</sup>	8,96 <sup>a</sup>	8,06 <sup>a</sup>	6,99 <sup>a</sup>	8,75 <sup>a</sup>	8,24 <sup>a</sup>
6	23-jun	8,76 <sup>a</sup>	7,68 <sup>a</sup>	4,41 <sup>b</sup>	5,38 <sup>a</sup>	3,69 <sup>b</sup>	4,52 <sup>a</sup>

Separación de medias por intervalos LSD (nivel de significación: P<0,05)

Por tratamiento, podemos observar los gráficos 3, 4 y 5 que recogen la evolución del agua en el suelo a distinta profundidad del perfil. La flecha roja indica el momento de la siega y primera incorporación. La flecha azul recoge la fecha del segundo pase de incorporación.

Si analizamos los distintos tratamientos, podemos observar en primer lugar, en el gráfico 3, la evolución del contenido de agua en el testigo a las dos profundidades muestreadas. La evolución del contenido hídrico en el perfil más profundo llama la atención ya que se mantiene por debajo del nivel superficial durante todo el periodo. Los muestreos comienzan en el mes de marzo, con un contenido de agua menor en el perfil más profundo en comparación a los años anteriores. Este hecho se podría explicar por las altas temperaturas del otoño del 2005 en relación a las de 2004. La fuerte sequía del año 2005, unida a unas mayores temperaturas en otoño, hacen que la precipitación caída en esta estación, aún siendo superior al otoño de 2004, no logre en 2005 recargar el perfil más profundo del suelo, que iniciaría una lenta recuperación con las lluvias de final de invierno de ese mismo año. La pluviometría registrada a partir del mes de febrero tampoco sería suficiente para lograr la acumulación de agua en profundidad, hasta mediada la primavera cuando se igualan los contenidos a ambas profundidades por una mayor utilización del agua que ocupa la primera capa donde se encuentran mayoritariamente las raíces de las plantas. Esta situación se observa también aunque menos marcadamente en los tratamientos con cubierta sembrada (Gráficos 4 y 5), donde la presencia de la cubierta parece favorecer la infiltración hídrica hacia capas más profundas, por disminución de la escorrentía.

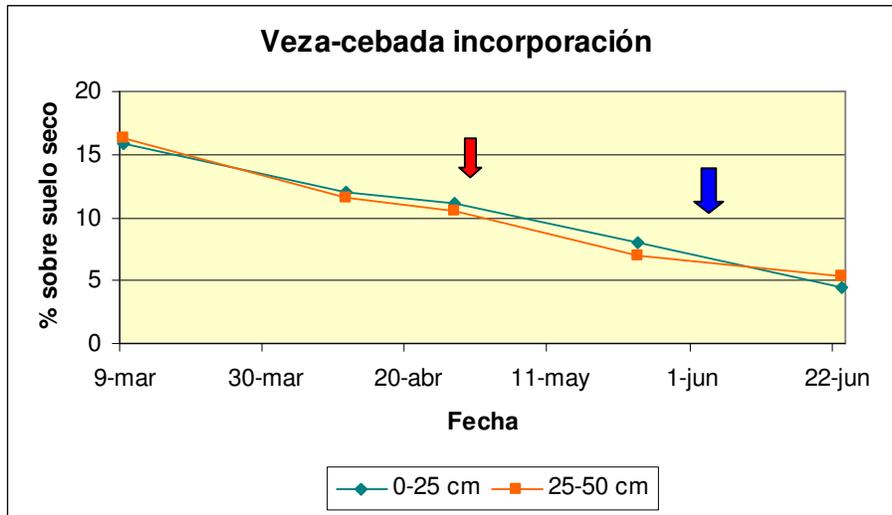
**Gráfico 3: Contenido en humedad (% sobre peso seco de suelo) a distintas profundidades y en diferentes fechas en la cubierta natural**



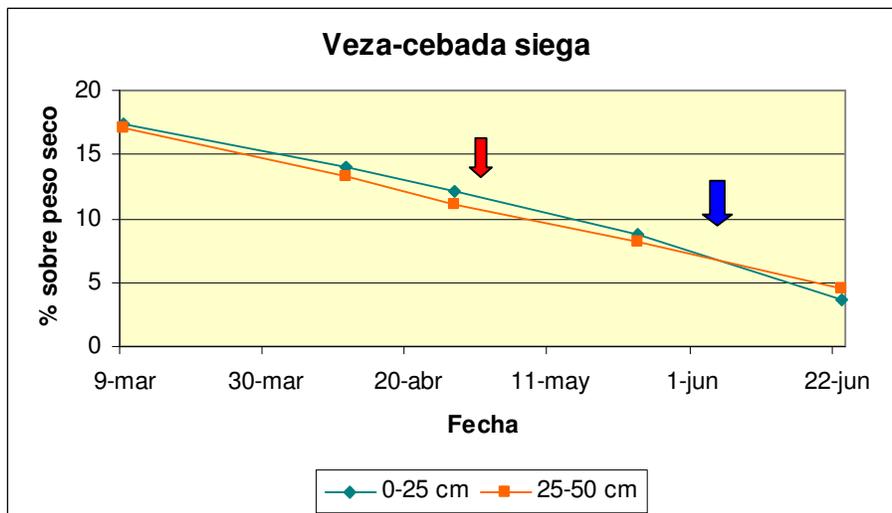
Los gráficos 6 y 7 recogen el contenido de agua en el suelo a 0-25 centímetros y 25-50 cm., respectivamente, para los tres tratamientos. En el caso de las cubiertas sembradas, éstas logran mantener un mayor contenido de agua hasta finales del mes abril en comparación a la cubierta natural, siendo significativa la diferencia a inicios de abril. Ello puede ser debido a la mayor percolación de las aguas de lluvia que son frenadas en la ladera por la mayor cobertura vegetal, en una época en que aún la evapotranspiración es compensada por las lluvias caídas. Las diferencias más palpables se aprecian en el tramo más profundo. Sin embargo, esta situación empieza a cambiar en mayo y se revierte completamente en junio, siendo la diferencia significativa en la capa

superficial del suelo. El peor comportamiento de las cubiertas sembradas fue debido al rebrote tras su eliminación, presumiblemente por la acumulación de nitrógeno que existe en las parcelas con cubierta sembrada tras su corte o incorporación. Fue indiferente el hecho de que la cubierta fuera segada o incorporada, a pesar de que la literatura agronómica relaciona la siega de las cubiertas con un mayor rebrote, frente a la incorporación.

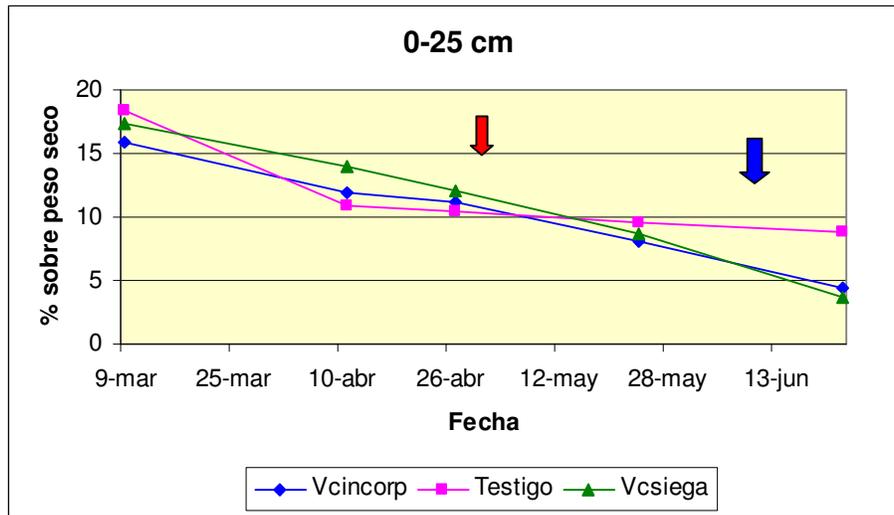
**Gráfico 4: Contenido en humedad (% sobre peso seco) a distintas profundidades y en diferentes fechas en la cubierta veza-cebada incorporación**



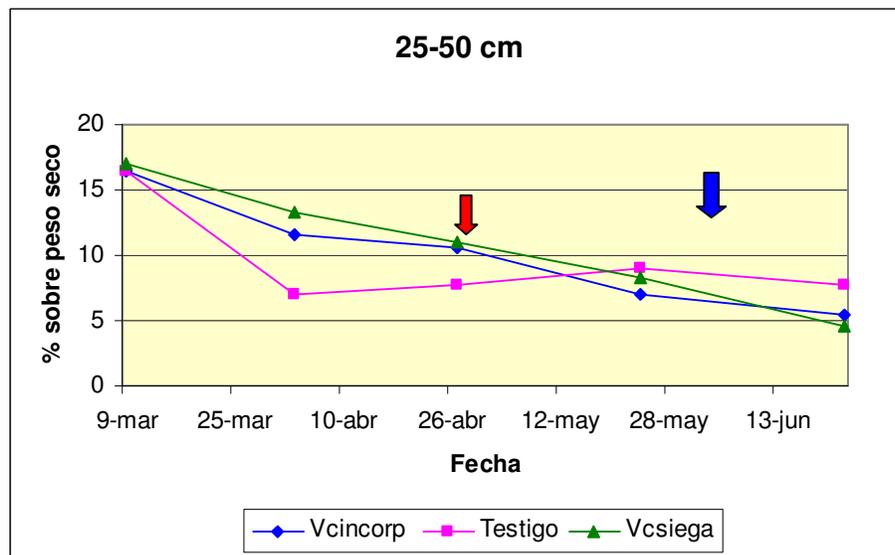
**Gráfico 5: Contenido en humedad (% sobre peso seco) a distintas profundidades y en diferentes fechas en la cubierta veza-cebada siega**



**Gráfico 6: Contenido en humedad (% sobre peso seco) entre 0 y 25 cm de profundidad para las distintas cubiertas ensayadas**



**Gráfico 7: Contenido en humedad (% sobre peso seco) entre 25-50 cm de profundidad para las distintas cubiertas ensayadas**



**PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

*Materia seca aportada por la cubierta*

Este año de ensayo ha habido diferencias significativas en la biomasa producida por los distintos tratamientos (tabla 11), resultados esperables dada la mayor pluviometría en esta campaña. La cubierta testigo aporta solamente un 74% de la biomasa seca de las sembradas. Sin embargo, en las cubiertas sembradas, el porcentaje correspondiente a flora adventicia ha significado un 94% de la biomasa seca, lo que indica un desarrollo de las especies sembradas limitado por las precipitaciones aún ser mayores que las del año anterior para el mismo periodo. El año anterior, este porcentaje

se encontraba en un 96% dada la poca pluviometría registrada; esa diferencia sí existió hace tres años y fue muy marcada. La escasa materia seca aportada por las especies sembradas al superávit de estas cubiertas parece indicar un efecto estimulador para el crecimiento de otras especies.

Las cubiertas de veza-cebada han llegado a producir casi el doble de la materia fresca y seca del año anterior (2004-05). La testigo no responde tanto al aumento de las precipitaciones, aumentando su producción de materia seca solamente en un 44%

**Tabla 11: Producción media de biomasa (Kg/ha) en las diferentes parcelas**

Tratamiento	Materia fresca	Materia seca
<b>VEZA-CEBADA incorp.</b>	7627,8 <sup>ab</sup>	1859,8 <sup>a</sup>
<b>TESTIGO</b>	6119,2 <sup>b</sup>	1368,5 <sup>b</sup>
<b>VEZA-CEBADA siega</b>	8276,3 <sup>a</sup>	1839,1 <sup>a</sup>

Separación de medias por intervalos LSD (nivel de significación: P<0,05)

#### Valor nutritivo de la cubierta

Los resultados obtenidos del análisis de nutrientes de las distintas cubiertas están expresados en base seca y se resumen en la tabla 12. La baja nascencia de la veza y cebada hace esperable que no se den diferencias significativas en el contenido de nutrientes. Solamente, aparecen diferencias significativas en el contenido de fibra bruta, el tratamiento veza-cebada siega contiene una mayor proporción, esta diferencia es atribuible a diferencias en la composición de la cubierta en el momento de recogida de las muestras. Por otro lado, el mayor contenido de proteína bruta en el tratamiento veza-cebada incorporada se debe a que la materia seca correspondiente a la veza en este tratamiento con cubierta incorporada es mayor a los otros dos manejos, lo que implica el mayor contenido de proteína bruta para esta cubierta no siendo significativa la diferencia entre tratamientos.

**Tabla 12: Valor nutritivo de las distintas cubiertas ensayadas**

	<b>VC incorp.</b>	<b>VC siega</b>	<b>Testigo</b>
Cenizas brutas (%p/p)	10,1 <sup>a</sup>	9,8 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Fibra bruta (%p/p)	23 <sup>b</sup>	24,25 <sup>a</sup>	23,35 <sup>ab</sup>
Grasa bruta (%p/p)	1,75 <sup>a</sup>	1,82 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>
Proteína bruta (%p/p)	13,7 <sup>a</sup>	12,2 <sup>a</sup>	12,3 <sup>a</sup>
Calcio (%p/p)	3,5 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>
Fósforo (%p/p)	0,3 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>

Separación de medias por intervalos LSD (nivel de significación: P<0,05)

Cálculo del valor fertilizante

La tabla 13 recoge los resultados de aporte de nitrógeno de las cubiertas en su parte aérea. Esta cantidad estaría minusvalorada porque no se incluye el sistema radicular. En el año 2005 no existieron diferencias de aporte de nitrógeno por las cubiertas sembradas debido a la escasa nascencia de la veza y cebada. Este año, se observan diferencias significativas entre tratamientos, siendo el aporte de nitrógeno más importante en las cubiertas sembradas. Esta diferencia es debida fundamentalmente a la mayor biomasa generada por ellas. El mayor contenido en nitrógeno es para la cubierta incorporada ya que en este caso la cubierta tiene un mayor porcentaje de veza lo que implica un contenido de proteína superior en relación a la veza-cebada siega y al testigo. El aporte de nitrógeno por parte de la testigo es similar al año anterior.

**Tabla 13: Contenido de N de la cubierta vegetal**

	<b>VC incorp.</b>	<b>VC siega</b>	<b>Testigo</b>
<b>N (kg/ha)</b>	40,8 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>	27 <sup>b</sup>

Cálculo de la carga ganadera

Como se ha explicado en la metodología, la carga ganadera se ha calculado para una oveja de unos 45 Kg de peso que tiene una media de 1,5 partos al año y que pasa, de un periodo de 24 meses, un 25% de ese tiempo en gestación, un 33% en lactación y el resto vacía. Las raciones se han obtenido en función de la cantidad de materia seca y de proteína digestible que aporta la cubierta. Se ha tenido en cuenta que la cubierta no ocupa toda la superficie del olivar, sólo el 70%. Además se ha considerado el aprovechamiento que las ovejas hacen del pasto, que es del 80%.

Las necesidades de una oveja de materia seca son 1,30 Kg/día, mientras que las necesidades diarias de proteína bruta son 0,130 Kg (García Trujillo, 2005; comunicación personal).

Los resultados obtenidos del cálculo de la carga ganadera se muestran en las tablas 14 y 15.

**Tabla 14: Raciones diarias que aporta cada cubierta**

	<b>Rendimiento (Kg/ha)</b>	<b>M.S.(Kg/ha)</b>	<b>P.B.(%)</b>	<b>Raciones M.S.</b>	<b>Raciones P.B.</b>
<b>VC incorp.</b>	7627,8	1859,8	13,7	799,1	1095,5
<b>TESTIGO</b>	6119,2	1368,5	12,2	588,0	717,8
<b>VC siega</b>	8276,3	1839,1	12,3	790,2	972,6

Se observa que el factor limitante es la materia seca, ya que soporta un menor número de raciones en todos los casos. Esto implica que será necesario dar a las ovejas un suplemento de paja para suministrarles la fibra necesaria. Si se convierten las raciones a UGM, teniendo en cuenta que 1 oveja adulta equivale a 0,15 UGM, se tienen los resultados de carga ganadera que aparecen en la tabla 4.22.

**Tabla 15: Carga ganadera resultante según tipo de cubierta**

	VC incorp.		TESTIGO		VC siega	
	M.S.	P.B.	M.S.	P.B.	M.S.	P.B.
UGM/ha/mes	4	5,5	2,9	3,6	4	4,9
Ovejas/ha/mes	26,6	36,5	19,6	23,9	26,3	32,4

La tabla 15 muestra que una hectárea de olivar con cubierta de veza-cebada podría soportar 26 ovejas ó 36 ovejas con un suplemento de paja de unos 390 Kg. de paja. Mientras que la cubierta natural mantendría 19 ovejas, o 23 con un suplemento de 150 Kg. de paja. El año anterior (2004-05), las cubiertas de veza-cebada fueron mucho más escasas, reduciéndose esta capacidad.

#### Producción del olivar

La producción del olivar correspondiente a la campaña del año 2006 se refleja en la Tabla 16. Existen diferencias entre tratamientos en cuanto a su rendimiento, siendo significativamente inferior para la cubierta sembrada y segada. En años anteriores no hubo diferencias significativas entre tratamientos, aunque la producción fue ligeramente inferior en la parcela segada. Hasta el momento no hemos detectado ninguna razón para esta caída de producción del tratamiento segado.

Los bajos rendimientos obtenidos se deben a los problemas de floración y cuajado debido a los vientos cálidos que soplaron a principios de primavera y que mermaron la producción en las zonas más expuestas. El primer año de ensayo la producción se situó en 4.000 kg/ha y el segundo sobre 3.200 kg/ha.

**Tabla 16: Producción media por hectárea**

	VC incorp.	VC siega	TESTIGO
<b>Rendimiento (Kg/ha)</b>	680 <sup>a</sup>	322 <sup>b</sup>	828 <sup>a</sup>

Separación de medias por intervalos LSD (nivel de significación: P<0,05)

## COBERTURA Y COMPOSICIÓN DE LA CUBIERTA

### Índice de cobertura

La evolución del índice de cobertura del suelo de los distintos tratamientos nos da una idea de la diferente velocidad de implantación de las cubiertas ensayadas, así como de su eficacia para actuar como medida preventiva de la erosión hídrica. En este caso, las condiciones climáticas, caracterizadas por un otoño muy templado y, sobre todo, el no enterrar la semilla de la veza-cebada con un pase de rastra que dañe la cubierta natural incipiente, hace que para el mes de febrero las cubiertas alcancen ya el índice de cobertura 3, suficiente para realizar un buen control de la erosión.

**Tabla 17: Valores del Índice de cobertura registrados en cada tratamiento en distintas fechas**

Fecha	VC incorp		VC siega		TESTIGO	
	c.v	c.t	c.v	c.t	c.v	c.t
Febrero	3	4	4	5	3	3
Marzo	4	4	4	5	3	3
Abril	5	5	5	5	5	5
Mayo	1	3	3	5	2	3
Junio	1	3	2	5	1	3

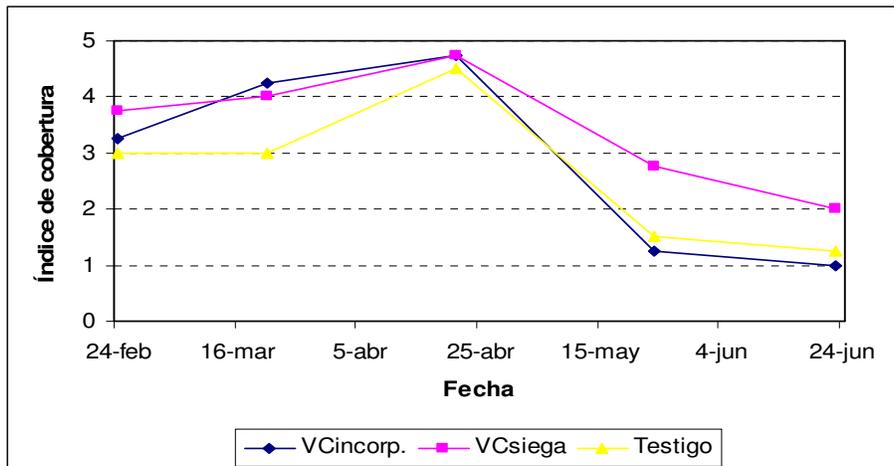
**c.v. => cubierta verde y c.t. => cubierta total**

La figura 8 muestra la evolución del índice de cobertura de la cubierta viva (cv) desde enero a junio. La evolución de las cubiertas a lo largo de este año en Deifontes ha sido diferente a la sufrida durante el año anterior, ya que como consecuencia de la mejor implantación de la veza y cebada, y de la climatología se ha adelantado el crecimiento de la cubierta. Así, el año 2004-05 la cobertura del suelo alcanzó el índice 2 (10-25%) en enero y febrero; mientras que este año se ha situado la cobertura entre un 25 y un 50% de la superficie en los mismos meses. Este año se alcanzó el índice 5 en el mes de abril para todos los tratamientos.

**Foto 1: Siega de la cubierta en verano de 2006**

Antes del control mecánico de las cubiertas, la menor cobertura del suelo corresponde al tratamiento testigo, lo cual pudo repercutir en la menor capacidad para disminuir la escorrentía hídrica, tal como explicábamos anteriormente. La cubierta segada no ha descendido del índice 2 de cubierta viva tras la siega, lo que es peligroso de cara al consumo de agua durante los meses estivales, aunque en principio no pareció tener influencia en la medición del agua edáfica de junio, ya que si recordamos también la cubierta incorporada de veza tuvo bajos valores de agua en el suelo.

**Gráfico 8: Evolución del Índice de cobertura de la cubierta viva según tipo de cubierta**

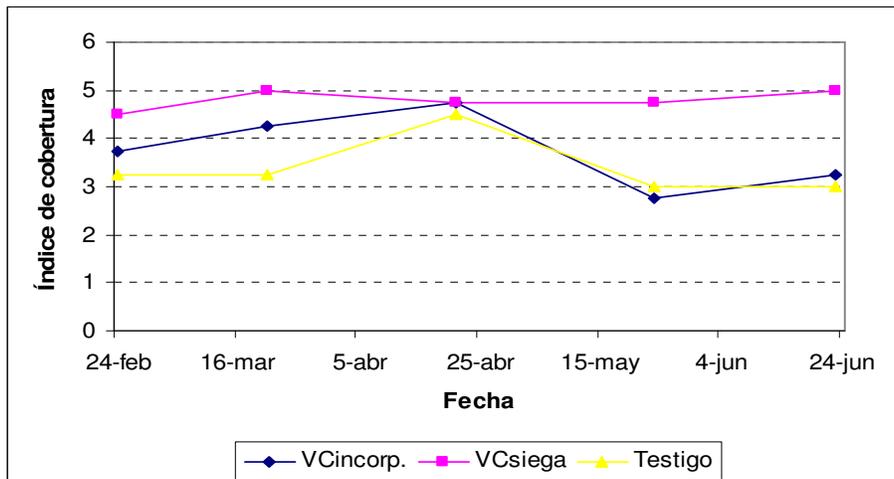


**Foto: 2: Detalle de la cubierta a 30 de marzo**



El gráfico 9 muestra este índice de cobertura teniendo en cuenta tanto la cubierta viva como la inerte. Evidentemente, muestra el efecto protector del suelo de los residuos de la siega del año anterior, respecto al control con pase de cultivador cuyos residuos han desaparecido. Esto es, si bien las tres cubiertas vivas crecen y ocupan el suelo alcanzando el índice 3 de cobertura ya en el mes de febrero, los residuos inertes acumulados hacen del tratamiento de veza-cebada siega el mejor protector contra la erosión, permaneciendo a lo largo del año en un índice de cobertura 5. Para las cubiertas incorporadas (testigo y sembrada) el efecto de los restos inertes acumulados sólo se aprecia tras las labores de control a partir del mes de mayo pero no se aprecian durante los primeros meses del año, cuando los únicos residuos que permanecen son los originados con el manejo veza-cebada siega.

**Gráfico 9: Evolución del Índice de cobertura de la cubierta total (viva e inerte) según tipo de cubierta**



**Foto 3: Perspectiva de una parcela de veza-cebada siega en julio**

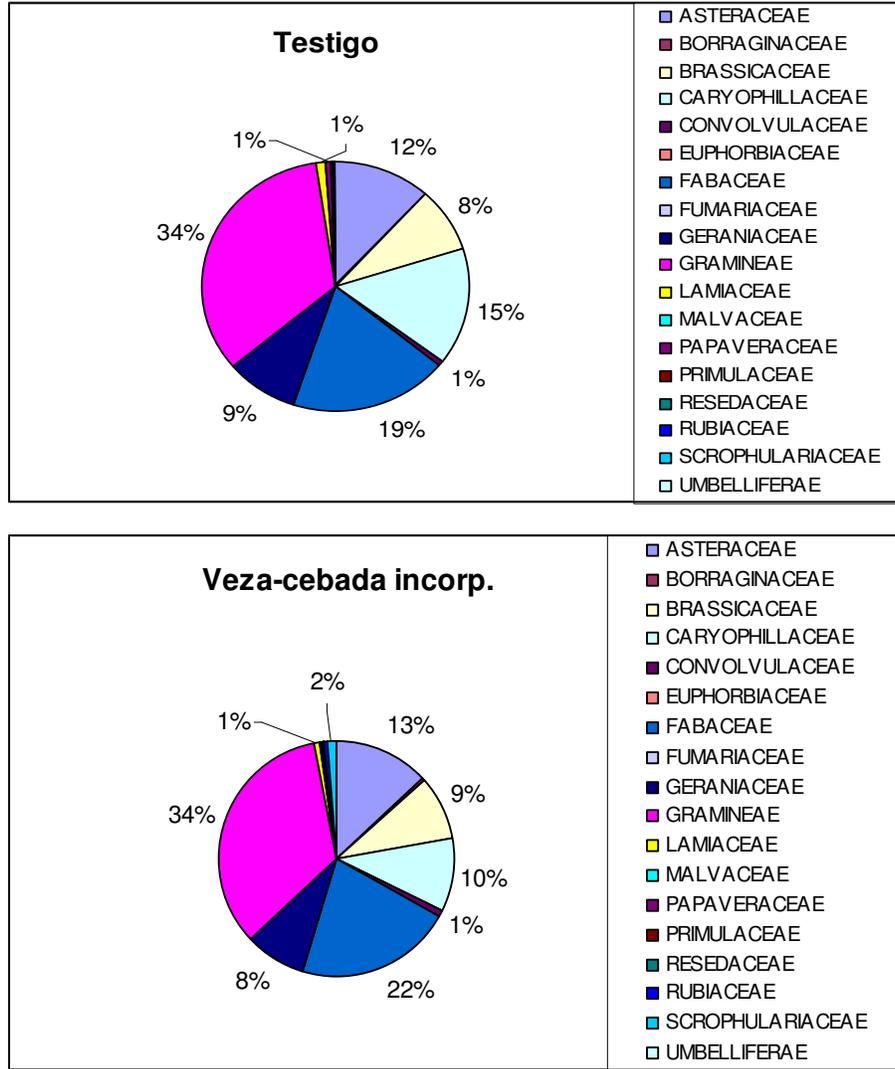


### Composición de la cubierta

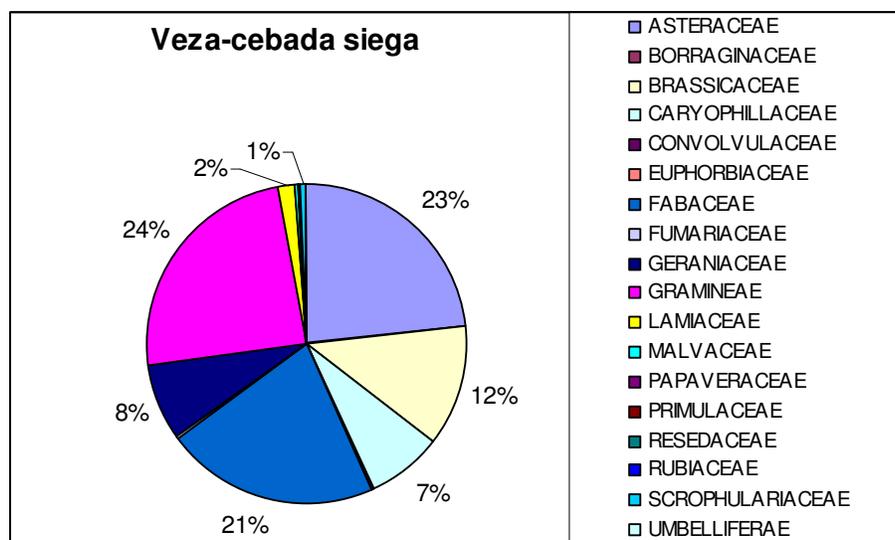
La cubierta del conjunto de la parcela de ensayo ha presentado este año un total de 64 especies, incluidas las de veza y cebada, que se agrupan en 18 familias botánicas. La mejor representada es la de las gramíneas, de la que aparecen 14 especies, seguida de las compuestas (13), las leguminosas (11) y las crucíferas (6).

Esta composición es muy interesante desde el punto de vista de la producción ecológica, pues son familias que ofrecen ventajas como cubierta vegetal, tales como fijar nitrógeno, en el caso de las leguminosas; capacidad de bombeo de nutrientes y biofumigación, en el caso de las crucíferas; de mantener enemigos naturales de las plagas (compuestas, leguminosas y crucíferas) y de aportar persistencia a los residuos (gramíneas); entre otros aportes. Es una cubierta madura desde el punto de vista de la transición agroecológica, la razón fundamental es que en esta finca con anterioridad al ensayo se dejaba crecer la cubierta natural hasta la primavera. Así, las especies leguminosas no se encuentran en las fincas convencionales porque son muy sensibles a los herbicidas, pero su recuperación se da paulatinamente conforme se produce la transición a agricultura ecológica si se deja crecer y semillar, al menos parcialmente, a la cubierta.

Gráfico 10 y 11: Composición familiar de la cubierta



Respecto al año anterior en, se han encontrado más especies (64 frente a 46). En 2005 se determinaron un menor número de especies por la dureza de las condiciones climatológicas y por el adelanto de la fecha de control de la cubierta en 2005 respecto a 2006. De hecho, especies de verano como *Centaurea solstitialis* se han detectado en gran proporción y en un estado fenológico adelantado para la fecha de muestreo en 2006. Las especies existentes se hallan igualmente bien distribuidas en el conjunto de la parcela.



**Tabla 4.25: Inventario florístico de las parcelas de ensayo**

<b>ASTERACEAE (COMPOSITAE)</b>	<i>Melilotus sulcata</i>
<i>Andryola sp.</i>	<i>Ononis sp.</i>
<i>Anthemis arvensis</i>	<i>Trifolium tomentosum</i>
<i>Caléndula arvensis</i>	<i>Trigonella nospeliata</i>
<i>Carduus picnocephalus</i>	<i>Vicia sativa</i>
<i>Centaurea solstitialis</i>	<b>FUMARIACEAE</b>
<i>Filago sp.</i>	<i>Fumaria sp.s</i>
<i>Lactuca serriola</i>	<b>GERANIACEAE</b>
<i>Leontodon sp.</i>	<i>Erodium cicutarium</i>
<i>Raghadolus stellatus</i>	<i>Geranium molle</i>
<i>Senecio vulgare</i>	<b>GRAMINEAE</b>
<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Avena sp.</i>
<i>Tragopogon crocifolius</i>	<i>Bromus matritensis</i>
<b>BORRAGINACEAE</b>	<i>Bromus sp.</i>
<i>Lithospermum arvense (Buglossoides arvensis)</i>	<i>Hordeum murinum</i>
<b>BRASSICACEAE (CRUCIFERAE)</b>	<i>Hordeum vulgare</i>
<i>Alyssum simplex</i>	<i>Lolium rigidum</i>
<i>Brassica sp.</i>	<i>Poa sp.</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Sorghum halepense</i>
<i>Neslia paniculata</i>	<i>Triticum sp.</i>
<i>Sinapis sp.</i>	<i>Avena sp.</i>
<i>Sysimbrium sp.</i>	<b>LAMIACEAE</b>
<b>CARYOPHYLLACEAE</b>	<i>Lamium amplexicaule</i>
<i>Herniaria sp.</i>	<b>MALVACEAE</b>
<i>Holosteum</i>	<i>Malva nicaeensis</i>

<i>Sagina sp.</i>	<b>PAPAVERACEAE</b>
<i>Silene vulgare</i>	<i>Papaver rhoeas</i>
<i>Stellaria media</i>	<b>PRIMULACEAE</b>
<b>CONVOLVULACEAE</b>	<i>Anagalis sp.</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<b>RESEDACEAE</b>
<b>EUPHORBIACEAE</b>	<i>Reseda sp.</i>
<i>Euphorbia helioscopio</i>	<b>RUBIACEAE</b>
<b>FABACEAE</b>	<i>Gallium sp.</i>
<i>Astragalus stella</i>	<b>SCROPHULARIACEAE</b>
<i>Coronilla scorpioides</i>	<i>Bellardia sp.</i>
<i>Hipocrepis sp.</i>	<i>Veronica hederifolia</i>
<i>Lathirus sp.</i>	<b>UMBELLIFERAE</b>
<i>Medicago minima</i>	<i>Torilis sp.</i>
<i>Medicago polymorpha</i>	

Aunque todavía es prematuro, existe la posibilidad de que la diferencia de tratamientos empiece a afectar la composición de la cubierta. A este respecto, hemos encontrado diferencias de flora entre tratamientos referentes a la abundancia de la familia de compuestas, tal como podemos ver en la siguiente tabla, y de las especies *Centaurea solstitialis* y *Medicago minima*. El factor determinante de la diferencia floral parece ser el modo de control de la cubierta. En este caso, la siega parece favorecer la presencia de compuestas y, entre ellas, muy claramente a *Centaurea solstitialis*, que rebrota. Sin embargo, este tratamiento parece ejercer un efecto negativo sobre los medicagos, pues el año anterior se encontraron resultados similares. Ello puede deberse a la competencia interespecífica entre la veza-cebada y algunas de las leguminosas presentes, pues también aparece un cierto efecto en la parcela de veza-cebada incorporada. La presencia de una gruesa capa de residuos inertes procedentes de la siega en el momento de la germinación en otoño puede también influir tanto directamente en la germinación como barrera mecánica, como indirectamente a través de cambios en la temperatura y humedad del suelo.

**Tabla 18. Abundancia de algunas familias y especies importantes en la fecha de evaluación del Índice de Shannon**

	ESTUDIO 2005/2006		
	VC incorp.	TESTIGO	VC-siega
Total hierbas (n° individuos/m <sup>2</sup> )	974 <sup>a</sup>	789,75 <sup>a</sup>	866,75 <sup>a</sup>
Compuestas (n° individuos/m <sup>2</sup> )	90,5 <sup>b</sup>	92,3 <sup>b</sup>	223,5 <sup>a</sup>
Crucíferas (n° individuos/m <sup>2</sup> )	48,83 <sup>a</sup>	86,3 <sup>a</sup>	107,6 <sup>a</sup>

	ESTUDIO 2005/2006		
	VC incorp.	TESTIGO	VC-siega
Leguminosas (n° individuos/m <sup>2</sup> )	169,5 <sup>a</sup>	205,43 <sup>a</sup>	127,6 <sup>a</sup>
<i>Stellaria media</i> (n° individuos/m <sup>2</sup> )	36,17 <sup>a</sup>	49,3 <sup>a</sup>	26,3 <sup>a</sup>
<i>Centaurea solstitialis</i> (n° individuos/m <sup>2</sup> )	40,5 <sup>b</sup>	26,3 <sup>b</sup>	125,67 <sup>a</sup>
<i>Senecio vulgaris</i> (n° individuos/m <sup>2</sup> )	20 <sup>a</sup>	46,92 <sup>a</sup>	55,25 <sup>a</sup>
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (n° individuos/m <sup>2</sup> )	7,08 <sup>a</sup>	11,41 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>
<i>Alyssum simplex</i> (n° individuos/m <sup>2</sup> )	30,25 <sup>a</sup>	35,8 <sup>a</sup>	47,58 <sup>a</sup>
<i>Medicago mínima</i> (n° individuos/m <sup>2</sup> )	71,58 <sup>ab</sup>	82,6 <sup>a</sup>	48,3 <sup>b</sup>
<i>Medicago polymorpha</i> (n° individuos/m <sup>2</sup> )	26,5 <sup>a</sup>	32,3 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>

Separación de medias por intervalos LSD (nivel de significación: P<0,05)

#### Índice de Shannon

La riqueza florística global de la parcela de ensayo fue mayor que los dos años anteriores, aunque parcialmente pudo deberse a una mejor identificación, creemos que también se está produciendo un enriquecimiento florístico de las cubiertas. No hubo diferencias significativas ni del número de especies, ni del índice de Shannon entre tratamientos. De los tres años evaluados, sólo el segundo año presentó diferencias entre tratamientos en cuanto al índice de Shannon, a favor del tratamiento de la siega, que no parece verse desequilibrado con el aumento del número de individuos presentes de especies rastreras y rebortantes. Esto va en contra de lo que aparece en la literatura agronómica, muchas veces sin ensayos que lo respalde. Puede ser que la germinación de estas especies puede estar inhibida por la presencia de una importante capa de residuos inertes en superficie en el otoño, lo que contrarrestaría el efecto de la siega. Por otro lado, han aumentado el número de especies pertenecientes a la familia de las leguminosas en relación a las encontradas en 2005, de 8 a 11 especies. Dado que sólo son tres años de ensayo, es pronto para observar resultados definitivos.

**Foto 4: Evaluando la biodiversidad y el índice de cobertura****Tabla 19: Número medio de especies e índice de Shannon por tratamiento**

	ESTUDIO 2005/2006		
	Vc-incorp.	VC-siega	TESTIGO
Nº de sspp	44,3 <sup>a</sup>	42,5 <sup>a</sup>	44 <sup>a</sup>
Índice Shannon	1,17 <sup>a</sup>	1,22 <sup>a</sup>	1,26 <sup>a</sup>
Log N	3,4	3,4	3,4

#### 4.4 CONCLUSIONES

Las precipitaciones y el otoño templado, han facilitado la germinación de la veza-cebada respecto al año anterior que fue muy seco. La aceptable implantación de estas especies y su efecto estimulador del crecimiento de la cubierta han hecho que existan diferencias significativas de biomasa fresca y seca producida respecto a la testigo.

Estas diferencias han tenido su efecto sobre el contenido de agua en el suelo, que es igual o superior en los tratamientos con veza-cebada sembrada hasta finales de abril respecto al testigo, ya que la mayor infiltración de agua que se produce en estas parcelas compensa la mayor evapotranspiración que pueda tener la cubierta en las parcelas sembradas. No obstante, en junio, transcurrido un periodo de casi dos meses desde el control de la cubierta la situación se revierte, por el mayor rebrote de flora que se da en las parcelas sembradas, presumiblemente por el mayor contenido de nitrógeno existente en el suelo. La humedad del suelo aparece este año como limitante, aunque no tanto como el año anterior dado que se alcanza la marchitez permanente a partir de mayo hasta los 50 cm de profundidad.

A pesar de no existir una diferencia significativa en el contenido de proteína entre cubiertas, sí se producen diferencias en el contenido total de proteína bruta disponible para el ganado entre tratamientos debido a la diferente biomasa producida. Esto significa que una hectárea de olivar con cubierta de veza-cebada podría soportar 26 ovejas ó 36 ovejas con un suplemento de paja de unos 390 Kg. de paja. Mientras que la cubierta natural mantendría 19 ovejas, o 23 con un suplemento de 150 Kg. de paja.

En cuanto al valor fertilizante de la cubierta, la mejor implantación de la veza-cebada en relación al año anterior ha hecho aparecer diferencias entre cubiertas sembradas y no sembradas. Las sembradas aportan entre 40,8 y 36 kg/ha de nitrógeno (para VCincorp. y VC siega respectivamente), mientras que en las cubiertas naturales, el nitrógeno contenido en la parte aérea, ha sido de 27 kg/ha (cifra similar a la del año anterior). Los aportes de la cubierta sembrada andan lejos de las cifras que aparecen normalmente aportadas por las leguminosas en la bibliografía (>80 kg/ha de nitrógeno), que seguramente están referidos a mejores condiciones edafoclimáticas.

La cobertura vegetal viva del suelo este tercer año adelanta su crecimiento respecto al año anterior y difiere entre tratamientos en el mes de marzo en que queda retrasado el tratamiento testigo; y en mayo y junio, cuando es mayor la cobertura de la parcela segada, siendo en años secos como éste un aspecto negativo para el olivar.

La cobertura vegetal viva desarrollada este año hubiera sido suficiente para controlar en gran parte la erosión ante fenómenos de lluvia intensa, sobre todo por lo que se refiere a las cubiertas sembradas. Para todos los tratamientos se alcanza el índice 3 de cobertura ya en el mes de febrero. En el mes de marzo las cubiertas sembradas cubren ya un 50-75% de la superficie, lo que no sucede en el testigo, que hasta el mes de abril no supera esa misma superficie cubierta. En el mes de abril todos los tratamientos alcanzan una cobertura mayor al 75%. Los restos inertes presentes en las parcelas con siega perduran durante todos los meses en que se ha realizado el muestreo, así pues, esta sería la cubierta que ofrecería una mayor protección al suelo frente a la erosión.

Las familias de flora mejor representadas en el conjunto de la parcela de ensayo son: gramíneas, leguminosas, crucíferas y compuestas; siendo ésta una composición adecuada para la producción en agricultura ecológica. El número total de especies inventariadas en la parcela ha sido mayor que en años anteriores y ha aumentando la riqueza específica de los tratamientos.

En cuanto a composición en función de los tratamientos, la cubierta segada es la que posee un mayor porcentaje de compuestas respecto a los tratamientos con incorporación. En cuanto a las especies más abundantes en el complejo florístico, destaca el caso de *Centaurea solstitialis* y *Medicago mínima*. La primera se ve beneficiada por la siega ya que rebrota con facilidad, lo cual es un grave problema porque consume el agua en este tratamiento durante el verano. En cambio, los medicagos parecen verse desfavorecidos a pesar de su hábito de crecimiento rastrero, que debía favorecer el escape a este tipo de control. Sin embargo, la acción de las cubiertas inertes puede disminuir la germinación y el desarrollo de estas especies, o bien pueden existir fenómenos de competencia entre la veza y estas especies leguminosas.

La producción de aceituna parece verse afectada negativamente en el tratamiento de cubierta sembrada y controlada con siega, sin que hasta ahora aparezcan claramente las razones de estas diferencias. En los años siguientes se ampliarán los muestreos del agua edáfica a los meses de verano (julio-agosto) para tratar de encontrar una justificación a esta situación.

## RECOMENDACIONES DE MANEJO

Como resultado de los tres años de ensayo se pueden hacer las siguientes recomendaciones =>

En olivares con pendientes medias y altas, en los que los problemas de la erosión sean graves, el mantenimiento de la cobertura del suelo es básico. Para ello hay que tener en cuenta que

- ✓ El pase de rastra en la siembra retrasa la cobertura del terreno en el otoño
- ✓ Respecto al tipo de cubierta, es más efectiva la de veza-gramínea y después la de flora adventicia.
- ✓ El método de control más efectivo es el de siega, frente a incorporación, permaneciendo los residuos inertes de cubierta por largo tiempo.

Por tanto, en conjunto la estrategia en estos olivares sería enriquecer la cubierta con semillas de veza o veza-gramínea, sin alterar el suelo y en primavera segar. En principio, se plantean tres problemas en los años especialmente secos: el primero es la baja capacidad de establecerse de estas especies; el segundo, la dificultad de su control debido a la exigua altura de las plantas en esos años; y el tercero la mayor demanda de agua de esta cubierta sembrada frente a la flora adventicia. Sin embargo, el primer y tercer problema se compensan. Esto es, la baja implantación de la veza-gramínea en años secos, evita el excesivo consumo de agua. Respecto al segundo problema, sería recomendable pasar el cultivador cruzado muy superficialmente en los años de primavera especialmente seca, dada la limitada altura de las cubiertas y la dificultad de la siega en esas condiciones, que obliga incluso a esperar a que avance la primavera para que pueda ser realizada. La elevada presencia de restos del año anterior y de los propios del año en los primeros cm. limitaría parcialmente el riesgo de erosión y el ligero laboreo podría facilitar una cierta recarga del perfil.

En olivares de pendiente media-baja, en los que el riesgo de erosión es menor, la mejor opción parece ser la cubierta veza-cebada, con pase de rastra en la siembra para enterrar la semilla, y pase de cultivador cruzado superficial para enterrar en primavera.

La cubierta de adventicias sólo superaría a las otras en cuanto a que su coste es menor ya que supone el ahorro de la semilla, su esparcido y el pase de rastra, en su caso. Ocasionalmente también puede consumir menos agua en el verano. Desde el punto de vista de la protección del suelo parece insuficiente, sobre todo, en fincas de una cierta pendiente; también en los años normales o buenos tiene una capacidad significativamente inferior de aporte de nitrógeno y, por tanto, una menor capacidad de carga ganadera. La capacidad fertilizante de la cubierta en el olivar ecológico es de gran importancia, pues la fertilización orgánica con compost o estiércol es cara, tanto por el fertilizante en sí, como por el coste de su esparcido. Por todo ello, consideramos que esta opción es menos interesante.

La opción de la siega con ganado ovino sería válida en todos los casos, pudiendo suponer un incremento interesante de los ingresos del olivarero en el caso de las cubiertas sembradas, siempre que las ovejas hicieran un control efectivo de la cubierta en un mes y medio o dos a lo sumo. Dado que normalmente va a existir un exceso de proteína en la dieta respecto a la materia seca, conviene suministrar paja a las ovejas, que de esta manera buscarían menos compensar el déficit con el consumo de hojas del olivo.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

- AADGE (Asociación Andaluza de Ganadería Ecológica). 2000. Integración de ganado ovino en olivares de producción ecológica. Boletín nº 1.10/00. Ed. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica (CAAE). Sevilla.
- Alonso Mielgo, A.M. y Guzmán Casado, G.I. 1999. Cultivo del olivar en agricultura ecológica. Divulgación agricultura ecológica. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. nº 2/99.
- Alonso Mielgo, A.M., Guzmán Casado, G.I. y Serrano Amador, C. 2002. “Estudio comparativo de la producción ecológica y convencional de aceite de oliva en la comarca de Sierra Mágina (Jaén)”. En Actas del V Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). I Congreso Iberoamericano de Agroecología, Gijón. Valencia. pp. 599-610.
- Alonso, A. 2003. Análisis de la sostenibilidad agraria: el caso del olivar en la comarca de Los Pedroches (Córdoba). Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Alonso, A. y Guzmán, G.I. 2000. “Evaluación de la sostenibilidad en el manejo del olivar en la comarca de Los Pedroches (Córdoba)”. En V Jornadas Internacionales del Olivar Ecológico: producciones y culturas, Puente de Génave (Jaén), 20-23 de mayo de 2004.
- Alonso, A., Guzmán, G., Domínguez, D. y Simón, X. 2002. “Importancia de la agricultura y olivar ecológicos en la Unión Europea”. En IV Jornadas Mediterráneas de Olivar Ecológico y I Conferencia mundial de olivar ecológico: producciones y culturas, 22-25 de mayo de 2002. Sierra de Segura (Jaén).
- Alonso, A.M. y Guzmán, G.I. 2003. "El olivar de montaña en la comarca de los Pedroches (Córdoba): manejo ecológico versus manejo convencional". En Actas de Ecoliva 98 y 2000 (CD), 9-12 de noviembre de 2000, Puente de Génave (Jaén).
- Alonso, A.M. y Guzmán, G.I. 2004. “La sustentabilidad del olivar ecológico”. En Manual de Olivicultura Ecológica. ISEC-Universidad de Córdoba, Córdoba, pp. 115-138.
- Alonso, A.M. y Guzmán, G.I. 2004. “Productividad y economía del olivar ecológico”. En Manual de Olivicultura Ecológica. ISEC-Universidad de Córdoba, Córdoba, pp. 93-115.
- Alonso, A.M., y Guzmán, G. 2006. “Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional”. En Agroecología, vol.I. Universidad de Murcia, Murcia, pp. 63-73.
- Altieri, M.A. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. CETAL. Valparaíso.
- Behrendt S. y Hanf M. 1982. Le infestanti graminacee delle grandi colture. Edita BASF.
- BOJA núm. 119 del 18 de junio de 2007. [www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es) consultada el 28 de julio de 2007. pp.7-11.

- Boleda Ribalta, J.L.L. 2001 "Aliments i alimentació". En Brustenga, J. (coord.) Producció extensiva i ecològica d'oví. Ed. Amics de l'Escola Agrària de Manresa. Manresa.
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume. Madrid.
- Calleja, R. 2000. "Aplicación de la técnica del suelo con cubierta vegetal en un olivar". En Vida Rural, nº 113, pp. 50-51.
- CAP, 2006. Información agroclimática. Estación de Iznalloz. En <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/estacionesagroclimaticas>.
- Carretero, J.L. 2004. Flora arvense española. Las malas hierbas de los cultivos españoles. Ed. Phytoma-España. Valencia.
- Castro Rodríguez, J. 2000. "Cubiertas vegetales en el olivar: funciones, tipos y manejo". En Vida Rural, nº 113, pp. 38-40.
- Castroviejo, S. (ed.). 2001. Claves de Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica y Baleares. Real Jardín Botánico, CSIC.
- Civantos, L. 2004. "La olivicultura en España y en el Mundo". En Barranco, D., Fernández-Escobar, R. y Rallo, L., (eds.) El cultivo del olivo. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 19-35.
- Fassbender, H.W. y Bornesmisza, E. 1987. Química de suelos. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José (Costa Rica).
- Fernández-Escobar, R. 2004. "Fertilización". En Barranco, D., Fernández-Escobar, R. y Rallo, L., (eds.) El cultivo del olivo. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 289-319.
- Foraster Pulido, L. 2004. Las cubiertas vegetales en el cultivo ecológico del olivo: evaluación de su impacto sobre el olivar y exploración de la integración del ganado ovino para su control. Trabajo Profesional Fin de Carrera. ETSIAM. Universidad de Córdoba.
- Foraster, L., Lorite, M.J., Mudarra, I., Alonso, A.M., Pujadas-Salvá, A. y Guzmán, G.I. 2006. "Evaluación de distintos manejos de las cubiertas vegetales en olivar ecológico". En VII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica.
- Foraster, L., Rodríguez, P., Guzmán, G.I. y Pujadas-Salvá, A. 2006. "Ensayo de diferentes cubiertas vegetales en olivar ecológico en Castril (Granada)". En VII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Zaragoza, 18-23 de septiembre, documento 16 (formato CD).
- Francia Martínez, J. R., Martínez Raya, A. y Ruiz Gutiérrez, S. 2000. "Erosión en suelos de olivar en fuertes pendientes. Comportamiento de distintos manejos de suelo". En Edafología, vol. 7-2, pp. 147-155.
- Gallar, D. y Alonso, A.M. 2004. "Proyecto para el desarrollo de la agricultura y ganadería ecológicas en el Parque Natural Sierras Subbéticas". En Actas de VI Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Almería, 27 de septiembre-2 de octubre de 2004. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (formato CD), pp. 191-206.

- García Trujillo, R. 2001. "Integración entre olivar y ganadería: la finca ecológica Santa Casilda en Los Pedroches". En Cornejo, J. (coord.) *La Práctica de la Agricultura y Ganadería Ecológicas*. Ed. CAAE. Sevilla. pp. 305-310.
- García Trujillo, R. 2003. Estudio para el desarrollo de la agricultura y ganadería ecológicas en el municipio de Castril. Centro de Investigación y Formación en Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada (CIFAED). Inédito. Disponible en biblioteca del CIFAED.
- García Trujillo, R. 2005. Necesidades de una oveja adulta de 45 Kg de peso. (Comunicación personal).
- García, L., Castro, J., Civantos, M., González, P., Gil, J., de Prado, J. L., Humanes, M. D., Martínez, A., Ordoñez, R. y Poussa, F. 2000. *Agricultura de Conservación en el olivar: Cubiertas vegetales*. Asociación Española Agricultura de Conservación/Suelos Vivos (AEAC/SV). Córdoba.
- García, P., Casanova, C. y Soler, C. 2002. "Evaluación de poblaciones naturales de gramíneas silvestres para el establecimiento de cubiertas vegetales en olivar". En *Actas del V congreso de la SEAE. I Congreso Iberoamericano de Agroecología*, Gijón. Valencia. pp. 639-644.
- Gil, J. El fenómeno de la erosión: Introducción a sus Causas, Síntomas, efectos y consecuencias, La erosión en la Subbética: Situación actual y perspectivas. En *Jornadas sobre la Erosión en la Subbética*, 26 de junio de 2007. Carcabuey (Córdoba).
- Gliessman, S. 2001. "La biodiversidad y la estabilidad de los agroecosistemas". En Cornejo, J. (coord.) *La práctica de la agricultura y la ganadería ecológicas*. Ed. CAAE. Sevilla. pp. 69-89.
- Guzmán Casado, G.I. y Alonso Mielgo, A.M. 2001b. *El uso de abonos verdes en agricultura ecológica*. Boletín nº 4.7/01. Ed. CAAE. Sevilla.
- Guzmán Casado, G.I y Vecina Jiménez, A. 2001. "Ecología de las malezas y técnicas de manejo". En *La práctica de la agricultura y la ganadería ecológicas*. Ed. CAAE. Sevilla. pp. 139-160.
- Guzmán Casado, G.I. y Alonso Mielgo, A.M. 2004d. "El manejo del suelo en el olivar ecológico". En *Manual de olivicultura ecológica*. Ed. ISEC-Universidad de Córdoba. Córdoba. pp. 29-54.
- Guzmán Casado, G.I. y Alonso Mielgo, A.M. 2004e. "La fertilización en olivar ecológico". En *Manual de olivicultura ecológica*. Ed. ISEC-Universidad de Córdoba. Córdoba. pp. 57-71.
- Guzmán, G., Serrano, C. y Alonso, A. 2002a. "Evaluación de la productividad del olivar ecológico e integrado del municipio de Deifontes (Granada)". En *Actas del V Congreso de la SEAE y I Congreso Iberoamericano de Agroecología*, Gijón, 16-20 de septiembre de 2002, Tomo I, pp. 599-610.
- Guzmán, G., Serrano, C. y Alonso, A. 2002b. "Productividad del olivar ecológico y convencional del municipio de Colomera (Granada)". En *Actas del V Congreso de la SEAE y I Congreso Iberoamericano de Agroecología*, Gijón, 16-20 de septiembre de 2002, Tomo I, pp. 611-622.

- Guzmán, G.I. y Alonso, A.M. 2004a. "Caracterización estructural y tecnológica de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada". En Actas de VI Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Almería, 27 de septiembre-2 de octubre de 2004. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (formato CD), pp.209-222.
- Guzmán, G.I. y Alonso, A.M. 2004b. "Análisis de la sustentabilidad de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada". En Actas de VI Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Almería, 27 de septiembre-2 de octubre de 2004. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (formato CD), pp. 1819-1834.
- Guzmán, G.I. y Alonso, A.M. 2007. "La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable". En Ecosistemas, 2007/1.
- IDES (Instituto de Desarrollo Local y Estudios Sociales). 2003. "Estudio Socioeconómico". En Plan de desarrollo del municipio de Deifontes. Ed. IDES. Granada.
- IEA. Informe económico de Andalucía 2004. En [www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es). Visitada en Julio de 2007.
- INRA (Institute National de la Recherche Agronomique). 1989. (Jarrige, R. coord.) Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables. Paris.
- López, J. y Naredo, J.M. 1996. Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos. Fundación Argentaria y Visor Distribuciones. Madrid.
- López-Cuervo, S. 1990. "la erosión en los suelos agrícolas y forestales de Andalucía". En Jornadas Técnicas sobre el agua y el suelo. Laboreo de Conservación. Colección Congresos y Jornadas nº 17, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, pp. 11-16.
- Masera, O., Astier, M. y López-Ridaura, M. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. Mundi-Prensa. México.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), vol.1. Zaragoza.
- Morgan, R.P.C. 1997. Erosión y conservación del suelo. Mundi-Prensa. Madrid.
- Mudarra, I. y Alonso, A.M.. 2006. "Desarrollo de la producción ecológica en áreas de montaña". En VII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Zaragoza, 18-23 de septiembre, documento 7 (formato CD).
- Ordóñez, R., Pastor, M., Ramos, F. J., González, P. y Giráldez, J. V. 2002. "Aplicación continuada de restos de poda y su influencia en el suelo". En Vida Rural, nº 149, pp. 42-46.
- Pajarón M. 2004. "El olivar ecológico en Andalucía". En Actas de la I Conferencia Mundial sobre el olivar ecológico: producciones y culturas y Ecoliva 2004. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Puente Génave, Jaén 2004, pp. 45-48.
- Pajarón Sotomayor, M. 2002. "Olivar ecológico". En Labrador, J., Porcuna, J.L. y Bello, A. (coord.) Manual de Agricultura y Ganadería Ecológica. Mundi-Prensa. Madrid.

- Pajarón Sotomayor, M. 2004. "El agua y el olivar ecológico". En *La Fertilidad de la Tierra*, nº 18, pp. 13-17.
- Pajarón Sotomayor, M. 2005. "Del olivar convencional al ecológico. ¿Conversión o transición?". En *La Fertilidad de la Tierra*, nº 20, pp. 22-26.
- Pajarón Sotomayor, M., Soriano Vilanueva, M. y Hurtado Ruiz, L. 1996. "El manejo de cubiertas vegetales en el olivar ecológico". Presentado en II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), Navarra, septiembre de 1996.
- Pajarón, M. 1998. "Manual del olivar ecológico". En *Primeras Jornadas mediterráneas de olivar ecológico. Ecoliva '97. Tomo II*, pp. 137-168. Cámara oficial de Comercio e Industria de la provincia de Jaén.
- Pastor, J., Lacasta, C. y Hernández, A. J. 2000. "Evaluación de las cubiertas vegetales en el olivar de una zona semiárida del centro de España". En *Edafología*, vol. 7-2, pp. 165-175.
- Pastor, M. 2004. "Sistemas de manejo del suelo". En Barranco, D., Fernández-Escobar, R. y Rallo, L. (eds.) *El cultivo del olivo*. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 231-285.
- Pastor, M., Castro, J. y Humanes, M. D. 1996. Criterios para la elección de sistemas de cultivo en olivar. *Informaciones técnicas 38/96*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Pastor, M., Castro, J., Humanes, M. D. y Muñoz, J. 2001. "Sistemas de manejo del suelo en olivar de Andalucía". En *Edafología*, vol. 8, pp. 75-98.
- Pastor, M., Castro, J., Humanes, M.D. y Saavedra, M. 1997. La erosión y el olivar: cultivo con cubierta vegetal. *Comunicación I+D Agroalimentaria 22/97*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Pujadas Salvá, A.J. 1986. *Flora arvense y ruderal de la provincia de Córdoba*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. pp.129.
- Sánchez Escudero, J. 2004a. Influencia del manejo del olivar en el desarrollo de cubierta vegetal y en la presencia de entomofauna útil para el control de *Bactrocera oleae* (Gmel.). Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. pp.146.
- Sánchez Escudero, J. 2004b. "La biodiversidad: un componente clave para la sostenibilidad de los agrosistemas". En *Manual de olivicultura ecológica*. Ed. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC)-Universidad de Córdoba. Córdoba. pp. 74-92.
- Sánchez J.L. 2004. "Evaluación de sustentabilidad de sistemas de manejo de olivares ecológicos y convencionales en los Pedroches". En *Actas de la I Conferencia Mundial sobre el olivar ecológico: producciones y culturas y Ecoliva 2004*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Puente Génave, Jaén 2004, pp. 45-48.
- Sevilla Guzmán, E. *Desde el pensamiento social agrario*. ISEC. Universidad de Córdoba, Córdoba, 2006.

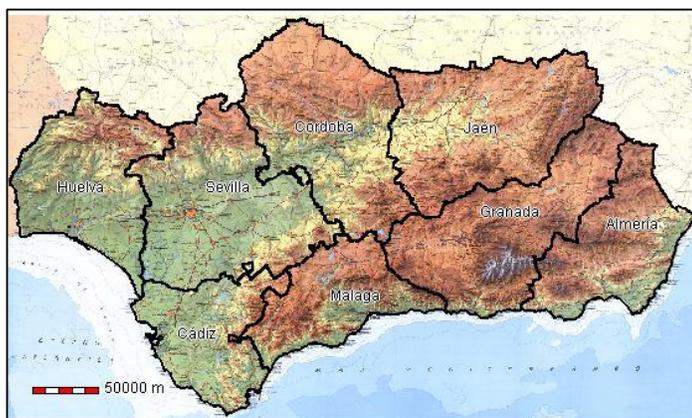
Toledo, V.M. La Racionalidad Ecológica de la producción Campesina. Centro latino Americano de Desarrollo Sustentable. En [www.clades.cl](http://www.clades.cl). Agosto 2007.

Valdés, B., Talavera, S. y Fernández-Galiano, E. 1987. Flora Vascular de Andalucía Occidental. Ketres editora. Barcelona.

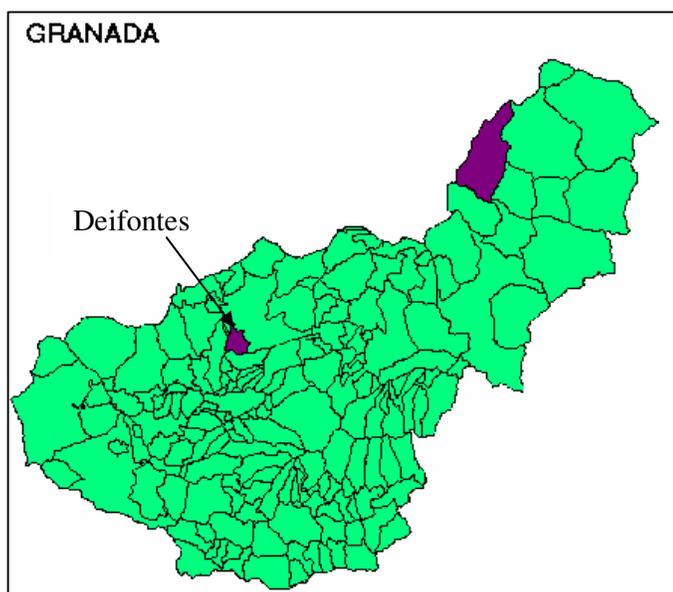
Villarías J.L. 1992. Atlas de malas hierbas. Mundi-Prensa. Madrid.

# Anexos

## ANEXO I: MAPAS DE SITUACIÓN

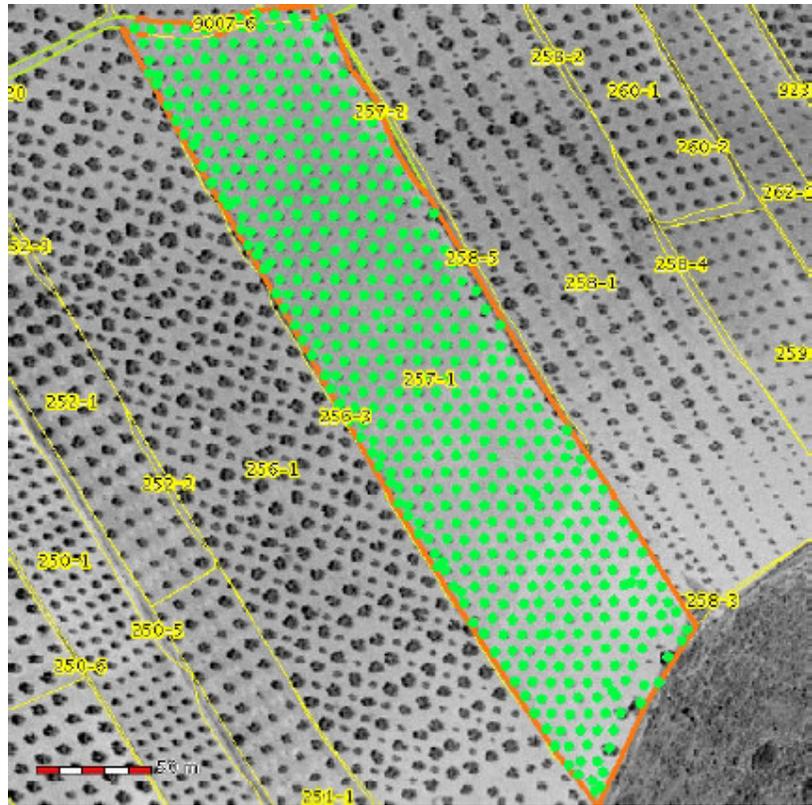


Mapa de Andalucía



## ANEXO II: PLANO Y DISTRIBUCIÓN DE PARCELAS EXPERIMENTALES

VCinc
D
VCsiega
VCsiega
D
VCincor
VCsiega
D
VCincorp
D
VCincor
VCsiega



- Bloque I   
 Bloque II   
 Bloque III   
 Bloque IV

## ANEXO III: TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

### CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL SUELO

Muestreo nº1: 3 de MARZO de 0 A 25 CMS

Randomized Complete Block AOV Table for humedad

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	19.856	6.6186		
tratamien	2	12.363	6.1813	0.43	0.6712
Error	6	86.974	14.4957		
Total	11	119.193			

Grand Mean 17.219      CV 22.11

Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	6.8236	6.8236	0.43	0.5429
Remainder	5	80.1506	16.0301		

Relative Efficiency, RCB 0,80

Means of humedad for tratamien

tratamien	Mean
1	15.898
2	18.365
3	17.395

Observations per Mean                      4

Standard Error of a Mean                  1.9037

Std Error (Diff of 2 Means)              2.6922

LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
2	18.365	A
3	17.395	A
1	15.897	A

Alpha    0.05      Standard Error for Comparison      2.6922

Critical T Value      2,447      Critical Value for Comparison      6.5875

Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF

There are no significant pairwise differences among the means.

Muestreo nº1: 3 de MARZO de 25 A 50 CMS

Randomized Complete Block AOV Table for humedad

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	62.465	20.8217		
tratamien	2	1.083	0.5415	0.06	0.9416
Error	6	53.451	8.9085		
Total	11	116.999			

Grand Mean 16.617      CV 17.96

Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	26.8855	26.8855	5.06	0.0743

Remainder 5 26.5652 5.3130

Relative Efficiency, RCB 1,27

**Means of humedad for tratamien**

tratamien	Mean
1	16.367
2	16.445
3	17.040

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 1.4924  
 Std Error (Diff of 2 Means) 2.1105

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
3	17.040	A
2	16.445	A
1	16.367	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.1105  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 5.1642  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Muestreo nº2: 3 de ABRIL de 0 A 25 CMS**

**Randomized Complete Block AOV Table for humedad**

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	27.9229	9.3076		
tratamien	2	20.0655	10.0328	1.99	0.2167
Error	6	30.1819	5.0303		
Total	11	78.1703			

Grand Mean 12.287 CV 18.25

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	7.9026	7.90264	1.77	0.2404
Remainder	5	22.2792	4.45585		

Relative Efficiency, RCB 1,15

**Means of humedad for tratamien**

tratamien	Mean
1	11.947
2	10.900
3	14.013

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 1.1214  
 Std Error (Diff of 2 Means) 1.5859

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
3	14.013	A
1	11.947	A
2	10.900	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.5859  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 3.8806  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

### Muestreo nº2: 3 de ABRIL de 25 A 50 CMS

#### Randomized Complete Block AOV Table for humedad

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	74.734	24.9113		
tratamien	2	83.371	41.6856	5.68	0.0413
Error	6	44.061	7.3435		
Total	11	202.166			

Grand Mean 10.660 CV 25.42

#### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	17.2999	17.2999	3.23	0.1321
Remainder	5	26.7608	5.3522		

Relative Efficiency, RCB 1,54

#### Means of humedad for tratamien

tratamien	Mean
1	11.622
2	7.060
3	13.297

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 1.3549  
 Std Error (Diff of 2 Means) 1.9162

#### LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
3	13.297	A
1	11.622	AB
2	7.060	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.9162  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 4.6887  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

### Muestreo nº3: 27 de ABRIL de 0 A 25 CMS

#### Randomized Complete Block AOV Table for humedad

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	9.7702	3.25672		
tratamien	2	5.3994	2.69972	1.31	0.3378
Error	6	12.3886	2.06477		
Total	11	27.5582			

Grand Mean 11.237 CV 12.79

#### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	2.56039	2.56039	1.30	0.3054
Remainder	5	9.82823	1.96565		

Relative Efficiency, RCB 1,08

#### Means of humedad for tratamien

tratamien	Mean
1	11.130
2	10.475
3	12.107
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	0.7185
Std Error (Diff of 2 Means)	1.0161

#### LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
3	12.107	A
1	11.130	A
2	10.475	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.0161  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 2.4862  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

#### Muestreo nº3: 27 de ABRIL de 25 a 50 CMS

#### Randomized Complete Block AOV Table for humedad

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	21.4311	7.1437		
tratamien	2	25.9929	12.9964	1.78	0.2473
Error	6	43.8231	7.3039		
Total	11	91.2471			

Grand Mean 9.7742 CV 27.65

#### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	19.0181	19.0181	3.83	0.1076
Remainder	5	24.8050	4.9610		

Relative Efficiency, RCB 0,93

#### Means of humedad for tratamien

tratamien	Mean
1	10.557
2	7.713
3	11.053
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	1.3513
Std Error (Diff of 2 Means)	1.9110

#### LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
3	11.053	A

1 10.557 A  
2 7.713 A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.9110  
Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 4.6761  
Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
There are no significant pairwise differences among the means.

#### Muestreo nº4: 24 de MAYO de 0 A 25 CMS

##### Randomized Complete Block AOV Table for humedad

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	3.0267	1.00890		
tratamien	2	4.4942	2.24711	0.54	0.6093
Error	6	25.0236	4.17060		
Total	11	32.5445			

Grand Mean 8.7892 CV 23.24

##### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	0.1807	0.18071	0.04	0.8563
Remainder	5	24.8429	4.96857		

Relative Efficiency, RCB 0,74

##### Means of humedad for tratamien

tratamien	Mean
1	8.0600
2	9.5575
3	8.7500

Observations per Mean 4  
Standard Error of a Mean 1.0211  
Std Error (Diff of 2 Means) 1.4441

##### LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
2	9.5575	A
3	8.7500	A
1	8.0600	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.4441  
Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 3.5335  
Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
There are no significant pairwise differences among the means.

#### Muestreo nº4: 24 de MAYO de 25 A 50 CMS

##### Randomized Complete Block AOV Table for humedad

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	11.5589	3.85296		
tratamien	2	7.9241	3.96206	0.68	0.5416
Error	6	34.9421	5.82368		
Total	11	54.4251			

Grand Mean 8.0608 CV 29.94

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	8.2493	8.24928	1.55	0.2690
Remainder	5	26.6928	5.33856		

Relative Efficiency, RCB 0,85

**Means of humedad for tratamien**

tratamien	Mean
1	6.9900
2	8.9575
3	8.2350

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 1.2066  
 Std Error (Diff of 2 Means) 1.7064

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
2	8.9575	A
3	8.2350	A
1	6.9900	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.7064  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 4.1754  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**Muestreo nº5: 23 de JUNIO de 0 A 25 CMS****Randomized Complete Block AOV Table for humedad**

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	18.118	6.0394		
tratamien	2	60.257	30.1286	6.62	0.0303
Error	6	27.289	4.5481		
Total	11	105.664			

Grand Mean 5.6208 CV 37.94

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	16.2237	16.2237	7.33	0.0424
Remainder	5	11.0651	2.2130		

Relative Efficiency, RCB 1,02

**Means of humedad for tratamien**

tratamien	Mean
1	4.4100
2	8.7625
3	3.6900

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 1.0663  
 Std Error (Diff of 2 Means) 1.5080

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
-----------	------	--------------------

2	8.7625	A
1	4.4100	B
3	3.6900	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.5080  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 3.6899  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

#### Muestreo nº5: 23 de JUNIO de 25 A 50 CMS

##### Randomized Complete Block AOV Table for humedad

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	25.6195	8.5398		
tratamien	2	21.3632	10.6816	1.87	0.2336
Error	6	34.2475	5.7079		
Total	11	81.2303			

Grand Mean 5.8567 CV 40.79

##### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	15.0391	15.0391	3.91	0.1048
Remainder	5	19.2085	3.8417		

Relative Efficiency, RCB 1,06

##### Means of humedad for tratamien

tratamien	Mean
1	5.3750
2	7.6775
3	4.5175

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 1.1946  
 Std Error (Diff of 2 Means) 1.6894

##### LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
2	7.6775	A
1	5.3750	A
3	4.5175	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 1.6894  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 4.1337  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

#### BIOMASA FRESCA

##### Randomized Complete Block AOV Table for BF

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	2.629E+07	8764065		
tratamien	2	9798365	4899182	3.54	0.0965
Error	6	8299978	1383330		
Total	11	4.439E+07			

Grand Mean 7341.1 CV 16.02

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	1456	1456	0.00	0.9775
Remainder	5	8298522	1659704		

Relative Efficiency, RCB 2,29

**Means of BF for tratamien**

tratamien	Mean
1	7627.8
2	6119.2
3	8276.2

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 588.08  
 Std Error (Diff of 2 Means) 831.66

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of BF for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
3	8276.3	A
1	7627.8	AB
2	6119.3	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 831.66  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 2035.0  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**BIOMASA SECA**

**Randomized Complete Block AOV Table for BS**

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	1079780	359927		
tratamien	2	617617	308809	6.76	0.0291
Error	6	274152	45692		
Total	11	1971549			

Grand Mean 1689.2 CV 12.65

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	41955	41955.4	0.90	0.3855
Remainder	5	232197	46439.3		

Relative Efficiency, RCB 2,68

**Means of BS for tratamien**

tratamien	Mean
1	1859.8
2	1368.5
3	1839.1

Observations per Mean 4

Standard Error of a Mean 106.88  
 Std Error (Diff of 2 Means) 151.15

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of BS for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
1	1859.8	A
3	1839.1	A
2	1368.5	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 151.15  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 369.85  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**CONTENIDO DE NITRÓGENO DE LA CUBIERTA**

**Randomized Complete Block AOV Table for humedad**

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	233.369	77.790		
tratamien	2	367.780	183.890	20.96	0.0020
Error	6	52.633	8.772		
Total	11	653.782			

Grand Mean 34.147 CV 8.67

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	17.3147	17.3147	2.45	0.1782
Remainder	5	35.3183	7.0637		

Relative Efficiency, RCB 2,94

**Means of humedad for tratamien**

tratamien	Mean
1	39.925
2	26.682
3	35.833

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 1.4809  
 Std Error (Diff of 2 Means) 2.0943

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of humedad for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
1	39.925	A
3	35.833	A
2	26.682	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 2.0943  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 5.1246  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**VALOR NUTRITIVO DE LA CUBIERTA**

**CENIZAS BRUTAS****Randomized Complete Block AOV Table for CENIZAS**

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	3.25009	1.08336		
tratamien	2	0.25252	0.12626	0.22	0.8123
Error	6	3.51848	0.58641		
Total	11	7.02109			

Grand Mean 9.9958      CV 7.66

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	0.29037	0.29037	0.45	0.5322
Remainder	5	3.22812	0.64562		

Relative Efficiency, RCB 1,15

**Means of CENIZAS for tratamien**

tratamien	Mean
1	10.133
2	10.060
3	9.795
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	0.3829
Std Error (Diff of 2 Means)	0.5415

Statistix - 30 Day Trial Version 8.1  
11:05:34

22/01/2007,

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of CENIZAS for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
1	10.133	A
2	10.060	A
3	9.795	A

Alpha                    0.05      Standard Error for Comparison   0.5415  
Critical T Value   2,447      Critical Value for Comparison   1.3250  
Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
There are no significant pairwise differences among the means.

**FIBRA BRUTA****Randomized Complete Block AOV Table for FIBRA**

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	3.23333	1.07778		
tratamien	2	3.32667	1.66333	3.23	0.1115
Error	6	3.08667	0.51444		
Total	11	9.64667			

Grand Mean 23.533      CV 3.05

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	0.11480	0.11480	0.19	0.6787
Remainder	5	2.97187	0.59437		

Relative Efficiency, RCB 1,21

**Means of FIBRA for tratamien**

tratamien	Mean
1	23.000
2	23.350
3	24.250

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 0.3586  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.5072

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of FIBRA for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
3	24.250	A
2	23.350	AB
1	23.000	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.5072  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 1.2410  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**GRASA BRUTA**

**Randomized Complete Block AOV Table for GRASA**

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	0.58917	0.19639		
tratamien	2	0.03167	0.01583	0.64	0.5596
Error	6	0.14833	0.02472		
Total	11	0.76917			

Grand Mean 1.7583 CV 8.94

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	1.241E-07	1.241E-07	0.00	0.9984
Remainder	5	0.14833	0.02967		

Relative Efficiency, RCB 2,70

**Means of GRASA for tratamien**

tratamien	Mean
1	1.7500
2	1.7000
3	1.8250

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 0.0786  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.1112

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of GRASA for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
3	1.8250	A
1	1.7500	A
2	1.7000	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1112  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 0.2720  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

### PROTEINA BRUTA

#### Randomized Complete Block AOV Table for PROTEINA

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	8.0886	2.69619		
tratamien	2	5.3385	2.66923	3.03	0.1233
Error	6	5.2909	0.88181		
Total	11	18.7179			

Grand Mean 12.766 CV 7.36

#### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	0.93879	0.93879	1.08	0.3466
Remainder	5	4.35208	0.87042		

Relative Efficiency, RCB 1,46

#### Means of PROTEINA for tratamien

tratamien	Mean
1	13.707
2	12.342
3	12.248

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 0.4695  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.6640

#### LSD All-Pairwise Comparisons Test of PROTEINA for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
1	13.707	A
2	12.342	A
3	12.248	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.6640  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 1.6248  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

### CALCIO

#### Randomized Complete Block AOV Table for CALCIO

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	0.85843	0.28614		
tratamien	2	0.71622	0.35811	1.59	0.2800
Error	6	1.35512	0.22585		
Total	11	2.92977			

Grand Mean 3.2083 CV 14.81

#### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	0.09087	0.09087	0.36	0.5750

Remainder 5 1.26424 0.25285

Relative Efficiency, RCB 1,00

#### Means of CALCIO for tratamien

tratamien	Mean
1	3.4600
2	3.2875
3	2.8775

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 0.2376  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.3360

#### LSD All-Pairwise Comparisons Test of CALCIO for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
1	3.4600	A
2	3.2875	A
3	2.8775	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.3360  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 0.8223  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

#### FÓSFORO

#### Randomized Complete Block AOV Table for FOSFORO

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	0.00887	0.00296		
tratamien	2	0.00042	0.00021	0.79	0.4962
Error	6	0.00158	0.00026		
Total	11	0.01087			

Grand Mean 0.2967 CV 5.48

#### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	0.00039	3.910E-04	1.64	0.2565
Remainder	5	0.00119	2.385E-04		

Relative Efficiency, RCB 3,53

#### Means of FOSFORO for tratamien

tratamien	Mean
1	0.2925
2	0.3050
3	0.2925

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 8.122E-03  
 Std Error (Diff of 2 Means) 0.0115

#### LSD All-Pairwise Comparisons Test of FOSFORO for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
2	0.3050	A
1	0.2925	A
3	0.2925	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.0115  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 0.0281  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

### **PRODUCCIÓN MEDIA POR HECTÁREA**

#### **Randomized Complete Block AOV Table for RENDIMIEN**

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	221987	73996		
tratamien	2	541166	270583	7.78	0.0216
Error	6	208701	34784		
Total	11	971854			

Grand Mean 610.18 CV 30.57

#### **Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	10896	10896.0	0.28	0.6221
Remainder	5	197805	39561.1		

Relative Efficiency, RCB 1,22

#### **Means of RENDIMIEN for tratamien**

tratamien	Mean
1	680.17
2	828.12
3	322.26

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 93.252  
 Std Error (Diff of 2 Means) 131.88

#### **LSD All-Pairwise Comparisons Test of RENDIMIEN for tratamien**

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
2	828.12	A
1	680.17	A
3	322.26	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 131.88  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 322.69  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

### **RIQUEZA ESPECÍFICA**

#### **Randomized Complete Block AOV Table for riqueza**

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	46.917	15.6389		
tratamien	2	7.167	3.5833	0.18	0.8389
Error	6	118.833	19.8056		
Total	11	172.917			

Grand Mean 43.583 CV 10.21

#### **Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	2.090	2.0901	0.09	0.7768
Remainder	5	116.743	23.3486		

Relative Efficiency, RCB 0,88

#### Means of riqueza for tratamien

tratamien	Mean
1	44.250
2	44.000
3	42.500
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	2.2252
Std Error (Diff of 2 Means)	3.1469

#### LSD All-Pairwise Comparisons Test of riqueza for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
1	44.250	A
2	44.000	A
3	42.500	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 3.1469  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 7.7001  
 Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

#### ÍNDICE DE SHANNON

#### Randomized Complete Block AOV Table for shannon

Source	DF	SS	MS	F	P
bloque	3	0.05897	0.01966		
tratamien	2	0.01552	0.00776	0.24	0.7916
Error	6	0.19148	0.03191		
Total	11	0.26597			

Grand Mean 1.2217 CV 14.62

#### Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	0.13644	0.13644	12.40	0.0169
Remainder	5	0.05504	0.01101		

Relative Efficiency, RCB 0,84

#### Means of shannon for tratamien

tratamien	Mean
1	1.1750
2	1.2625
3	1.2275
Observations per Mean	4
Standard Error of a Mean	0.0893
Std Error (Diff of 2 Means)	0.1263

#### LSD All-Pairwise Comparisons Test of shannon for tratamien

tratamien	Mean	Homogeneous Groups
2	1.2625	A

3 1.2275 A  
1 1.1750 A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 0.1263  
Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 0.3091  
Error term used: bloque\*tratamien, 6 DF  
There are no significant pairwise differences among the means.

### **ABUNDANCIA**

#### **TOTAL INDIVIDUOS**

##### **Randomized Complete Block AOV Table for TOTAL**

Source	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	3	146352	48784.1		
TRATAMIEN	2	69211	34605.7	0.39	0.6949
Error	6	536532	89422.0		
Total	11	752096			

Grand Mean 876.54 CV 34.12

##### **Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	423625	423625	18.76	0.0075
Remainder	5	112907	22581		

Relative Efficiency, RCB 0,82

##### **Means of TOTAL for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean
1	974.02
2	788.75
3	866.85

Observations per Mean 4  
Standard Error of a Mean 149.52  
Std Error (Diff of 2 Means) 211.45

##### **LSD All-Pairwise Comparisons Test of TOTAL for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
1	974.02	A
3	866.85	A
2	788.75	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 211.45  
Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 517.40  
Error term used: BLOQUE\*TRATAMIEN, 6 DF  
There are no significant pairwise differences among the means.

### **COMPUESTAS**

##### **Randomized Complete Block AOV Table for COMPUESTA**

Source	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	3	16130.0	5376.7		
TRATAMIEN	2	46476.9	23238.4	19.97	0.0022
Error	6	6983.2	1163.9		
Total	11	69590.1			

Grand Mean 135.42 CV 25.19

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	5498.83	5498.83	18.52	0.0077
Remainder	5	1484.34	296.87		

Relative Efficiency, RCB 1,85

**Means of COMPUESTA for TRATAMIEN**

**TRATAMIEN Mean**

1	90.50
2	92.33
3	223.43

Observations per Mean 4

Standard Error of a Mean 17.058

Std Error (Diff of 2 Means) 24.123

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of COMPUESTA for TRATAMIEN**

**TRATAMIEN Mean Homogeneous Groups**

3	223.43	A
2	92.33	B
1	90.50	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 24.123

Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 59.027

Error term used: BLOQUE\*TRATAMIEN, 6 DF

There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

**CRUCÍFERAS**

**Randomized Complete Block AOV Table for CRUCIFERA**

Source	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	3	21871.6	7290.52		
TRATAMIEN	2	7074.3	3537.17	2.05	0.2101
Error	6	10372.6	1728.77		
Total	11	39318.5			

Grand Mean 80.888 CV 51.40

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	6341.19	6341.19	7.86	0.0378
Remainder	5	4031.42	806.28		

Relative Efficiency, RCB 1,75

**Means of CRUCIFERA for TRATAMIEN**

**TRATAMIEN Mean**

1	48.83
2	86.26
3	107.57

Observations per Mean 4

Standard Error of a Mean 20.789

Std Error (Diff of 2 Means) 29.400

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of CRUCIFERA for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
3	107.57	A
2	86.26	A
1	48.83	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 29.400  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 71.940  
 Error term used: BLOQUE\*TRATAMIEN, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**LEGUMINOSAS****Randomized Complete Block AOV Table for LEGUMINOS**

Source	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	3	15199.5	5066.5		
TRATAMIEN	2	12143.0	6071.5	0.53	0.6131
Error	6	68565.0	11427.5		
Total	11	95907.6			

Grand Mean 167.51 CV 63.82

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	6853.7	6853.7	0.56	0.4897
Remainder	5	61711.3	12342.3		

Relative Efficiency, RCB 0,79

**Means of LEGUMINOS for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean
1	169.51
2	205.43
3	127.58

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 53.450  
 Std Error (Diff of 2 Means) 75.589

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of LEGUMINOS for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
2	205.43	A
1	169.51	A
3	127.58	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 75.589  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 184.96  
 Error term used: BLOQUE\*TRATAMIEN, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**CENTAUREA****Randomized Complete Block AOV Table for CENTAUREA**

Source	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	3	4820.0	1606.7		
TRATAMIEN	2	23089.2	11544.6	8.47	0.0179
Error	6	8181.6	1363.6		

Total 11 36090.9

Grand Mean 64.166 CV 57.55

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	4567.64	4567.64	6.32	0.0536
Remainder	5	3613.99	722.80		

Relative Efficiency, RCB 0,98

**Means of CENTAUREA for TRATAMIEN**

**TRATAMIEN Mean**

1	40.51
2	26.33
3	125.66

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 18.464  
 Std Error (Diff of 2 Means) 26.111

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of CENTAUREA for TRATAMIEN**

**TRATAMIEN Mean Homogeneous Groups**

3	125.66	A
1	40.51	B
2	26.33	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 26.111  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 63.892  
 Error term used: BLOQUE\*TRATAMIEN, 6 DF  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**SENECIO**

**Randomized Complete Block AOV Table for SENEICIO**

Source	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	3	16057.7	5352.57		
TRATAMIEN	2	2729.0	1364.48	1.16	0.3764
Error	6	7087.6	1181.27		
Total	11	25874.3			

Grand Mean 40.694 CV 84.46

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	4392.13	4392.13	8.15	0.0356
Remainder	5	2695.51	539.10		

Relative Efficiency, RCB 1,83

**Means of SENEICIO for TRATAMIEN**

**TRATAMIEN Mean**

1	19.918
2	46.915
3	55.250

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 17.185

Std Error (Diff of 2 Means) 24.303

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of SENECIO for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
3	55.250	A
2	46.915	A
1	19.918	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 24.303  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 59.467  
 Error term used: BLOQUE\*TRATAMIEN, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**CAPSELLA**

**Randomized Complete Block AOV Table for CAPSELLA**

Source	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	3	619.36	206.453		
TRATAMIEN	2	159.00	79.498	0.94	0.4423
Error	6	508.75	84.792		
Total	11	1287.11			

Grand Mean 11.498 CV 80.08

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	107.585	107.585	1.34	0.2992
Remainder	5	401.166	80.233		

Relative Efficiency, RCB 1,30

**Means of CAPSELLA for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean
1	7.082
2	11.415
3	15.998

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 4.6041  
 Std Error (Diff of 2 Means) 6.5112

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of CAPSELLA for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
3	15.998	A
2	11.415	A
1	7.082	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 6.5112  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 15.932  
 Error term used: BLOQUE\*TRATAMIEN, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**ALYSSUM**

**Randomized Complete Block AOV Table for ALYSSUM**

Source	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	3	9645.7	3215.22		

TRATAMIEN	2	625.7	312.87	0.60	0.5804
Error	6	3147.4	524.57		
Total	11	13418.8			

Grand Mean 37.891      CV 60.45

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	1941.99	1941.99	8.06	0.0363
Remainder	5	1205.45	241.09		

Relative Efficiency, RCB 2,24

**Means of ALYSSUM for TRATAMIEN**

**TRATAMIEN      Mean**

1	30.258
2	35.833
3	47.582

Observations per Mean                      4  
 Standard Error of a Mean            11.452  
 Std Error (Diff of 2 Means) 16.195

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of ALYSSUM for TRATAMIEN**

**TRATAMIEN      Mean      Homogeneous Groups**

3	47.582	A
2	35.833	A
1	30.258	A

Alpha                      0.05      Standard Error for Comparison 16.195  
 Critical T Value 2,447      Critical Value for Comparison 39.628  
 Error term used: BLOQUE\*TRATAMIEN, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.

**MEDICAGO MINIMA**

**Randomized Complete Block AOV Table for MMINIMA**

Source	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	3	365.16	121.72		
TRATAMIEN	2	2456.38	1228.19	4.63	0.0607
Error	6	1590.68	265.11		
Total	11	4412.23			

Grand Mean 67.529      CV 24.11

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	127.37	127.375	0.44	0.5386
Remainder	5	1463.30	292.661		

Relative Efficiency, RCB 0,80

**Means of MMINIMA for TRATAMIEN**

**TRATAMIEN      Mean**

1	71.590
2	82.665
3	48.333

Observations per Mean                      4

Standard Error of a Mean 8.1412  
 Std Error (Diff of 2 Means) 11.513

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of MMINIMA for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
2	82.665	A
1	71.590	AB
3	48.333	B

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 11.513  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 28.172  
 Error term used: BLOQUE\*TRATAMIEN, 6 DF  
 There are 2 groups (A and B) in which the means  
 are not significantly different from one another.

**MEDICAGO POLIMORFA**

**Randomized Complete Block AOV Table for MPOLIMORF**

Source	DF	SS	MS	F	P
BLOQUE	3	1183.93	394.644		
TRATAMIEN	2	478.48	239.238	0.71	0.5276
Error	6	2014.48	335.747		
Total	11	3676.89			

Grand Mean 25.281 CV 72.48

**Tukey's 1 Degree of Freedom Test for Nonadditivity**

Source	DF	SS	MS	F	P
Nonadditivity	1	1437.11	1437.11	12.45	0.0168
Remainder	5	577.36	115.47		

Relative Efficiency, RCB 0,98

**Means of MPOLIMORF for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean
1	26.500
2	32.333
3	17.010

Observations per Mean 4  
 Standard Error of a Mean 9.1617  
 Std Error (Diff of 2 Means) 12.957

**LSD All-Pairwise Comparisons Test of MPOLIMORF for TRATAMIEN**

TRATAMIEN	Mean	Homogeneous Groups
2	32.333	A
1	26.500	A
3	17.010	A

Alpha 0.05 Standard Error for Comparison 12.957  
 Critical T Value 2,447 Critical Value for Comparison 31.704  
 Error term used: BLOQUE\*TRATAMIEN, 6 DF  
 There are no significant pairwise differences among the means.