

Manejo de la cubierta vegetal en el olivar ecológico en Andalucía: siembra de leguminosas entre calles

INFORME ANUAL 2007

Autoras

Gloria Guzmán Casado

Laia Foraster Pulido

Diciembre 2007



JUNTA DE ANDALUCÍA

Centro de Recursos *on line* para la Agricultura Ecológica en Andalucía

DIRECCIÓN GENERAL DE AGRICULTURA ECOLÓGICA

ÍNDICE

	<u>pp.</u>
1.-INTRODUCCIÓN	3
2.-OBJETIVOS	28
3.-METODOLOGÍA	29
3.1.-Localización del ensayo.....	29
3.2.-Diseño experimental.....	29
3.3.-Elección y manejo de la cubierta.....	30
3.4.-Materiales y métodos.....	31
3.5.-Tratamiento estadístico.....	37
4.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1.-Parámetros edáficos.....	38
4.2.-Parámetros productivos.....	49
4.3.-Cobertura y composición de la cubierta.....	52
5.-CONCLUSIONES	68
6.-BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	76

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento supone 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 Centro de Investigación y Formación de Agricultura Ecológica y Desarrollo Rural de Granada (CIFAED) en el marco de la Asistencia Técnica “Caracterización de los Sistemas Productivos Ecológicos en Olivar, Horticultura y Ganadería en Granada” financiado por el IFAPA de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa a través de la empresa pública Desarrollo Agrario y Pesquero (DAP) con número de expediente 92069, firmado a 1 de diciembre de 2003.

Para aumentar la sostenibilidad del olivar ecológico a nivel predial es importante 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 septiembre de 2003. Se evalúa la respuesta del olivar a las cubiertas de veza frente a una cubierta de especies adventicias, además se compara el control de la cubierta con siega mecánica y con incorporación.

La duración del ensayo permite evaluar el comportamiento de las cubiertas en condiciones extremas de sequía, heladas, años especialmente húmedos, etc. En definitiva, lograr informar a los agricultores sobre aspectos básicos de dicho manejo, como el valor fertilizante que poseen las cubiertas, si se produce o no inversión de flora según el método de control, el comportamiento de las distintas especies sembradas en función de las condiciones climáticas, la fecha de eliminación, etc., estas afirmaciones requieren un análisis a medio-largo plazo de los indicadores evaluados.

SITUACIÓN DEL OLIVAR ECOLÓGICO

La producción de aceite de oliva ha estado siempre concentrada en los países de la región mediterránea: España, Portugal, Italia, Grecia, Turquía, Túnez y Marruecos. Sólo estos siete países representan el 90% de la producción mundial de aceite de oliva (FAO, 2004).

En la Unión Europea, el olivar ecológico es uno de los principales cultivos en el sector, habiendo aumentado considerablemente su superficie en los últimos 15 años en España. Este crecimiento ha sido progresivo, sin grandes altibajos a nivel estatal, a diferencia de otros países como Italia, donde la superficie se redujo considerablemente a partir de 2001 a causa de la reducción en las ayudas, recuperándose ligeramente a partir de 2003 (Gráfico 1.1). Una situación similar ha ocurrido en Extremadura. Sin embargo, en Andalucía la curva de crecimiento está siendo sostenida (Gráfico 1.2), aunque en los últimos años viene perdiendo impulso respecto a otros sectores. De hecho, en 2005 el olivar ecológico representaba el 10% de la agricultura ecológica andaluza, cayendo al 7,8% en 2006.

Del total de la superficie dedicada en Andalucía al olivar, aproximadamente 1.300.000 ha., el olivar ecológico representa 42.148 ha. Actualmente es el principal cultivo en producción ecológica que existe en esta Comunidad, seguido muy de cerca por cereales y leguminosas. Al desglosar los datos por provincias, la mayor producción ecológica de olivar se registra en la provincia de Córdoba, seguida por Sevilla y muy detrás Huelva y Granada. Jaén tiene muy poca superficie, pese a ser la principal provincia productora si consideramos el olivar convencional. En la tabla 1.1 se muestran los datos relativos al olivar ecológico por provincias y al número de almazaras registradas.

Gráfico 1.1: Evolución superficie (ha.) olivar ecológico en la Unión Europea

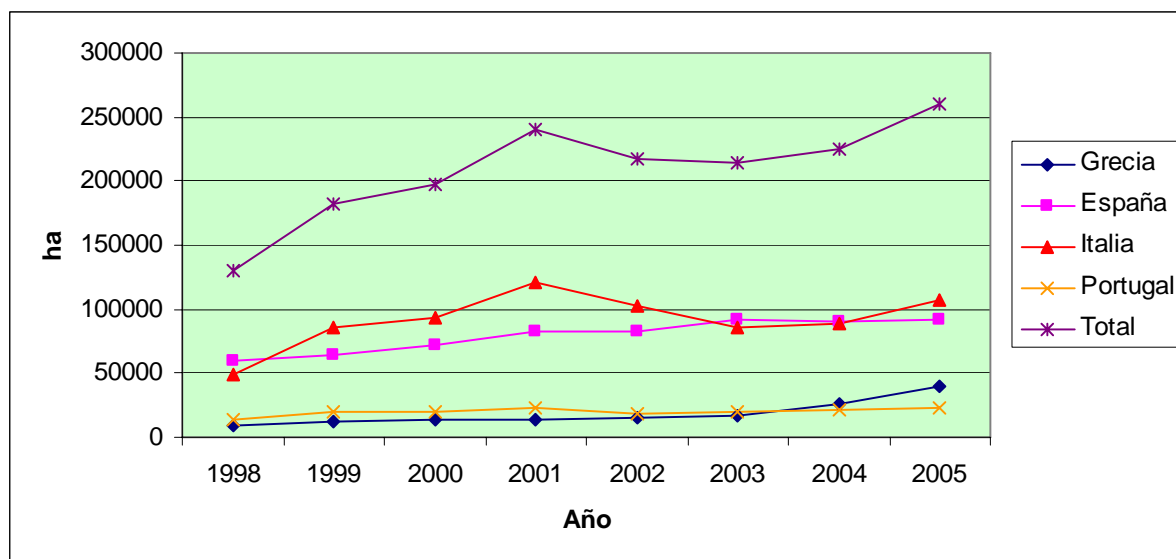
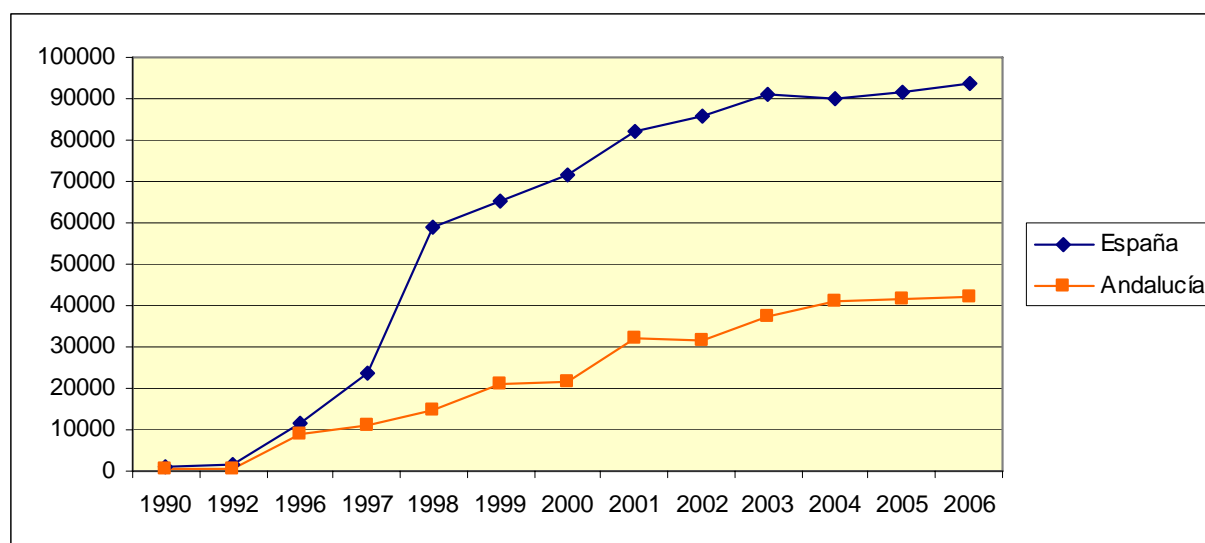


Tabla 1.1: Distribución de olivar ecológico en superficie y número de almazaras en Andalucía

	Olivar (ha.)		Nº de almazaras	
	2004	2006	2004	2006
Almería	859,02	786,01	4	4
Cádiz	1.984,32	2.207,76	3	4
Córdoba	18.800,48	18.589,42	39	37
Granada	2.755,45	3.204,64	13	12
Huelva	2.882,90	3.505,11	0	1
Jaén	3.939,75	2.960,53	19	16
Málaga	1.565,76	1.490,97	6	4
Sevilla	8.080,50	9.403,34	12	13
Total	40.868,18	42.147,78	96	91

Fuente: Elaborado a partir de MAPA (2005 y 2007)

Gráfico 1.2: Evolución superficie (ha.) olivar ecológico en España y Andalucía

Fuente: Elaborado a partir de Alonso Mielgo (2001) y MAPA (varios años)

Una de las causas de la ralentización del crecimiento del olivar ecológico en Andalucía es la falta de almazaras con línea específica de molturación. El olivar ve dificultada la reconversión a producción ecológica por ser un monocultivo industrial. Esto es así, porque los olivereros no pueden comercializar su aceite como ecológico si las almazaras, muchas de ellas grandes cooperativas, no certifican alguna línea para molturar de forma diferenciada esta aceituna. Esta decisión escapa, por tanto, al oliverero ecológico, que suele iniciar su andadura en minoría, lo cual acaba frustrando su proyecto de ver reconocido en el mercado ecológico su producto. Las directivas de las almazaras tampoco suelen alentar la reconversión, ya que la producción de aceite ecológico les obliga a hacer esfuerzos de búsqueda de canales específicos de comercialización de aceite ecológico envasado, que choca con la estrategia más habitual de venta de grandes cantidades de aceite a granel. La superación de estos escollos ha alentado el crecimiento de almazaras privadas de pequeño tamaño alrededor del sector del olivar ecológico. Esta situación ha provocado que en muchos casos, se produzca un desajuste entre las almazaras y el olivar, porque estos se hallan dispersos o porque, como en el caso de Huelva, existe una almazara para las casi 3.600 ha. de olivar ecológico que hay (Tabla 1.1).

A pesar de ello, tanto a nivel europeo como estatal y autonómico, la producción ecológica es un modelo en claro y continuo crecimiento, representando un modelo sostenible de producción de alimentos. El apoyo institucional se ve completado con el que le brinda cada vez más la sociedad en general, aunque desgraciadamente más en otros países que en España.

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):

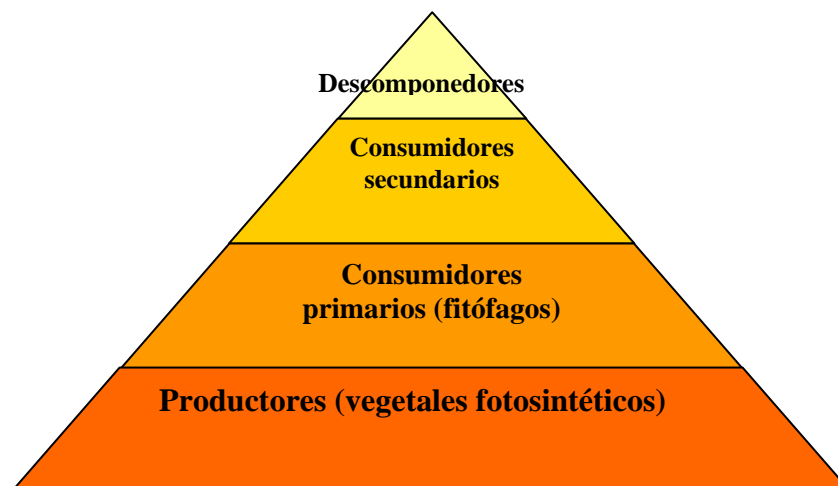
1. Introducción paulatina de diversidad
2. Racionalizar el uso de agroquímicos
3. Eliminar los agroquímicos y sustituirlos por productos autorizados en agricultura ecológica
4. Eliminar totalmente los sustitutos autorizados

El buen manejo del suelo en el olivar ecológico será el pilar sobre el que se asiente el éxito del olivarero. 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 olivarero 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).

Gráfico 1.3: 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, eliminando 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 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 1.2. 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 olivereros (Guzmán y Alonso, 2004e).

Tabla 1.2: Movimiento de nutrientes en el olivar

Entradas		Salidas	
Subsidiadas:	No subsidiadas:	Deseadas:	No deseadas:
Fertilizantes orgánicos	N biológico fijado N precipitado por la lluvia C, H y O fijado en fotosíntesis	Aceite Leña Ramón Residuos 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 1.3: 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.- Zanjas 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 elige 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 secano, 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 olivaderos (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 secano, 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 solubilicen 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 *Verticillium 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.

Tabla 1.4: Ventajas e inconvenientes de las cubiertas vegetales

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

Fuente: Guzmán Casado y Alonso Mielgo (2004d)

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 olivereros. 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 1.4 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.

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 olivereros 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 olivereros 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 ruminantes 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 oliviero 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).

CARACTERIZACIÓN DEL MUNICIPIO

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”.

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 km².

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; esta alineación 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, 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 está 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 1.5: 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 limo-arcillosa.

- 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 Km². La entrada de agua se estima en una media de 82 m³/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 socio-económico 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.

2. OBJETIVOS

Este trabajo corresponde al cuarto año de estudio (2006/2007) de diferentes cubiertas vegetales en olivar ecológico en el municipio de Deifontes (Granada) y con él se pretenden estudiar aquellas alternativas de manejo de la cubierta que mejoren, desde el punto de vista económico y medioambiental, la situación del sector olivarero ecológico en Andalucía. Su objetivo principal será pues, avanzar en las opciones de manejo de las cubiertas como alternativa al suelo desnudo en olivares ecológicos.

La mejora ambiental que se pretende conseguir se basa en la siembra de leguminosas entre las calles del olivar. Estas especies son capaces de fijar nitrógeno atmosférico al suelo y, manejadas correctamente, proporcionan al suelo protección frente a la erosión hídrica a la vez que aumentan la infiltración de agua y mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

El beneficio económico esperado 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.

La posibilidad de segar la cubierta a diente hace necesario estudiar las sinergias de la integración del ganado ovino en el olivar. Esta integración implica el aprovechamiento de los residuos generados por el olivar ecológico de la zona.

El modo mecánico de control de la cubierta, con cultivador o desbrozadora, también es relevante ya que afecta diferencialmente tanto a las características del suelo, como al balance hídrico edáfico. Esta variable es explorada en Deifontes específicamente.

Como objetivos específicos se plantean:

- Estudiar el efecto de cada cubierta sobre el contenido en agua del suelo a distintas profundidades, y sobre la fertilidad edáfica, con especial referencia al contenido en materia orgánica, CIC y nutrientes.
- Establecer los impactos de su implantación y manejo sobre la flora adventicia (composición y biodiversidad).
- Medir la producción de biomasa de cada una de las cubiertas bien para su uso como abono verde o para su aprovechamiento por el ganado ovino. De igual forma se calculará su valor nutritivo para esta última función.
- Establecer la capacidad de las distintas cubiertas y manejos para cubrir el suelo con mayor eficiencia.
- Establecer el impacto sobre la situación nutricional del cultivo y su producción.
- Comparar los resultados obtenidos con los del estudio del año anterior.

En el siguiente capítulo se detalla la metodología seguida para alcanzar los citados objetivos.

3. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE INDICADORES TÉCNICO-AGRONÓMICOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El olivar donde se realiza el ensayo está situado en unas lomas de pendiente media que se encuentran al pie de la Sierra Arana al nordeste de Granada y con una altitud de 1600 metros, la finca tiene una superficie de 2,25 has variando la pendiente dentro de la finca entre el 3% y el 15%. Los olivos son de la variedad Picual, se trata de un cultivo de unos 17 años de edad con un marco de plantación de 8 x 8 metros. Este olivar tiene riego por goteo de abril a octubre y se practica la agricultura ecológica desde el inicio de la plantación. Esta finca antes servía de pastura natural para el ganado y unos 20 años atrás se cultivaba cereal de secano, que se sustituyó por el actual sistema de olivar. Esta zona se caracteriza por practicar una olivicultura intensiva sobre lomas de suave pendiente y suelos calizos poco profundos. En esta plantación 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, aunque hace dos años que no se aplican estas enmiendas ni han sido necesarias y sólo se ha utilizado vinaza de remolacha a razón de 7-8 l/olivo con cuba y pistola y la ceniza de los restos de poda en el mes de febrero-marzo a mano (1,5 kg/olivo). Durante el invierno de 2004 las heladas provocaron una pérdida de 1/3 del volumen de las ramas de los olivos, por lo que el rendimiento de la plantación se vio afectado y hasta esta campaña (2006-2007) no ha presentado una recuperación evidente.

En cuanto a tratamientos frente a plagas o enfermedades, sólo emplea compuestos permitidos de cobre frente a repilo.

El método de recolección es el vareo manual, ayudándose con vibradores de ramas y un remolque pequeño. La recolección se realiza en el mes de noviembre-diciembre.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

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

Los tratamientos realizados en Deifontes son:

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

Se han hecho cuatro repeticiones por tratamiento. Esto hace un total de 12 subparcelas (ver Anejo II). 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 m² 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.

3.3 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. No obstante, los resultados de años anteriores nos muestran que la flora adventicia nacida de forma natural realiza la misma función. Por ello, este año se ha eliminado la cebada de la siembra.

En Deifontes se continúa con el ensayo de los tres últimos años donde se compara la cubierta sembrada de veza con la cubierta natural o espontánea y se evalúa como afecta el modo de control de la cubierta sobre los distintos aspectos evaluados.

La siembra de la cubierta del tratamiento de veza con siega (tratamiento 1) se realizó este año de forma distinta por sugerencia de los agricultores implicados en el ensayo. Para facilitar la germinación de las semillas sembradas y lograr una cubierta rica en leguminosa es necesario enterrar la semilla de veza tras la siembra unos 2 cm. (Pajarón *et al.*, 1996). No obstante, esto no se puede llevar a cabo en el tratamiento 1, ya que no contempla el movimiento del suelo para evitar que afloren piedras en superficie. Sin embargo, podemos procurar a la semilla unas mejores condiciones para su germinación, si la protegemos enterrándola bajo los restos vegetales de la cubierta que tras la siega en primavera quedan en superficie. Por esta razón, en el tratamiento 1 la mitad de la semilla se sembró el día 25 de abril, a voleo sin enterrar la semilla y segando la cubierta a continuación. La otra mitad de la dosis de siembra se esparció el 16 de octubre, tras las primeras lluvias, como en años anteriores. La dosis total fue de 20 kg por parcela en el tratamiento 1 (156 kg/ha). Con respecto al tratamiento 2, también hay modificaciones respecto a años anteriores, pues se disminuyó la dosis de siembra a la mitad (10 kg por subparcela) pero se enterró la semilla con un cultivador a fecha de 1 de octubre.

La eliminación de la cubierta es mecánica. La siega de las cubiertas se ha realizado mediante desbrozadora de martillos los días 25 y 26 de abril y la incorporación con cultivador se hizo en las mismas fechas en los tratamientos correspondientes. El día 22 de junio se realizó el segundo control de la cubierta, segando las parcelas con desbrozadora de martillos e incorporando con cultivador y rastra el resto de parcelas el día 30 de junio.

Tabla 3.1: Calendario de labores del suelo 2006-2007

Labor	Fecha	Modo	Dosis
Siembra	16 de octubre y 21 de junio	A voleo	20 kg de veza/ 0,1024 has
Control	25 y 26 de abril	Pase cruzado de desbrozadora de martillos (Vsiega) 2 pases cruzados de cultivador (Vincorporada y Testigo)	
Control	22 y 30 de junio	Pase cruzado de desbrozadora cultivador y rastra	

La cubierta presente en los ruedos del olivo es espontánea en todas las subparcelas del ensayo. Estas arvenses se ha eliminado con desbrozadora manual de hilo 4 veces este año en los meses de mayo, junio, septiembre y noviembre.

3.4 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.

Contenido de nitratos y amonio en el suelo a distintas profundidades y fechas.

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.

Abundancia y frecuencia de biotipos presentes en los distintos tratamientos.

La metodología empleada se detalla a continuación.

Parámetros edáficos

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 último muestreo se realizó el día 13 de octubre de 2005 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.

Estos indicadores no varían demasiado a corto plazo por lo que no es necesario realizar esta analítica todos los años.

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 principios de agosto este año. 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 2004-2005, 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 los años siguientes no se realiza este muestreo en el mes de febrero. El presente estudio prolonga casi dos meses más la toma de muestras en relación a los años anteriores con la intención de analizar la evolución de la humedad más allá del segundo control de la cubierta.

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 3.2.

Tabla 3.2: Calendario de muestreo de contenido de agua en el suelo

	n° de muestreo					
	1	2	3	4	5	6
Deifontes	05/03/2007	26/03/2007	26/04/2007	24/05/2007	04/07/2007	08/08/2007

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

Tabla 3.3: 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)

Contenido de nitratos y amonio en el suelo.

La determinación de estas formas de nitrógeno mineral en el suelo se realiza en tres fechas distintas cada campaña: marzo, junio y octubre. Correspondiéndose con el inicio de las estaciones de primavera, verano y otoño, cuando una temperatura media a alta y una cierta humedad permiten la actividad microbológica en el suelo.

Se recogen muestras de suelo con la barrena de igual modo que para el contenido de agua pero a dos profundidades distintas, la primera de 0 a 5 centímetros y la segunda de 5 a 15 centímetros de profundidad. Se muestrean los cuatro olivos centrales de cada subparcela, bajo su copa y en medio de la calle. Alrededor de cada olivo se sacan 4 muestras alineadas desde el tronco con los olivos que le rodean; 4 bajo copa y 4 muestras entre las calles, ambas a dos profundidades distintas. Esto hace un total de 16 submuestras por árbol que se agrupan de modo que quedan cuatro bolsas de plástico por cada subparcela, 2 posiciones (bajo copa y entre calles) x 2 profundidades (de 0 a centímetros y de 5 a 15).

Estas muestras de suelo son analizadas en el Departamento de Ecología de la Universidad de Jaén.

Los muestreos necesarios para la determinación del contenido de nitratos y amonio en el suelo de los distintos tratamientos se realizaron en las fechas que se indican en la tabla siguiente.

Tabla 3.4: Calendario de muestreo para la determinación de formas de nitrógeno en el suelo.

Muestreo	Fecha
1	16 y 17 de Octubre de 2006
2	26-27 de Febrero y 2 de Marzo de 2007
3	24 al 26 y 28 de Mayo de 2007
4	10 y 11 de Octubre de 2007

Parámetros productivos

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 la primera quincena de abril. El muestreo se realizó 10 días antes de eliminar la cubierta.

Tabla 3.5: Calendario de muestreo para la determinación de biomasa producida por la cubierta

Corte de la cubierta	Fecha
Primero	9 al 11 de abril de 2007
Segundo	4 de junio de 2007

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.

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 aprovechara la cubierta como alimento para el ganado.

Determinación del 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 de la 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%.

Producción del olivar.

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

La recolección en este cuarto año de ensayo se realizó los días 10 y 14 de diciembre de 2007. Razón por la cual no se incluyen los resultados en este informe.

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 presentes. 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 4 al 17 de abril).

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 3.6. 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 3.6: 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 3.7.

Tabla 3.7: Calendario de muestreos del Índice de cobertura

n° de muestreo							
1	2	3	4	5	6	7	8
21/12/06	23/01/07	27/02/07	26/03/07	27/04/07	21/05/07	10/06/07	18/07/07

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 mismas. 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.

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 agosto. 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.

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 50×50 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 4 al 17 de abril de 2007, un periodo largo debido a las continuas (benditas) lluvias.

Abundancia y frecuencia de biotipos presentes en los distintos tratamientos.

Se procede a la clasificación de las especies presentes en el muestreo para el índice de Shannon en función de su tipo biológico, según la clasificación de Raunkjaer (1937), hemicriptófitos (bianaual perennizante), terófitos (anual) y geófitos (perenne) así como sus subdivisiones en plantas erectas, escaposas, rosuladas y rastreras.

3.5 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

El tratamiento estadístico de los datos obtenidos se realiza tras su procesamiento. Para realizarlo se empleará el programa Statistix 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, la producción de aceituna, el contenido de nitratos y amonio en el suelo y la abundancia y frecuencia de biotipos. 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. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

4.1 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. En esta campaña (2006-2007) no se realizó este muestreo de suelo ya que la mayoría de los parámetros que se determinan varían a medio y largo plazo, no siendo necesario analizar estos indicadores anualmente. Se realizará otro muestreo para la determinación de la fertilidad del suelo en el último año de ensayo. De todos modos, se vuelven a presentar los resultados obtenidos en las campañas anteriores, donde entre otras cosas podemos observar el estado del suelo del que partimos al iniciar el ensayo de las cubiertas y su evolución en función del tratamiento.

Tabla 4.1: 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 4.1 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, interlaminar, 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 4.1).

Un exceso de Ca^{++} cambiante puede interferir en la asimilación del Mg^{++} y del K^+ . Si la relación 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 Ca^{++} cambiante puede interferir en la asimilación del Mg^{++} y del 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 detallen 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).

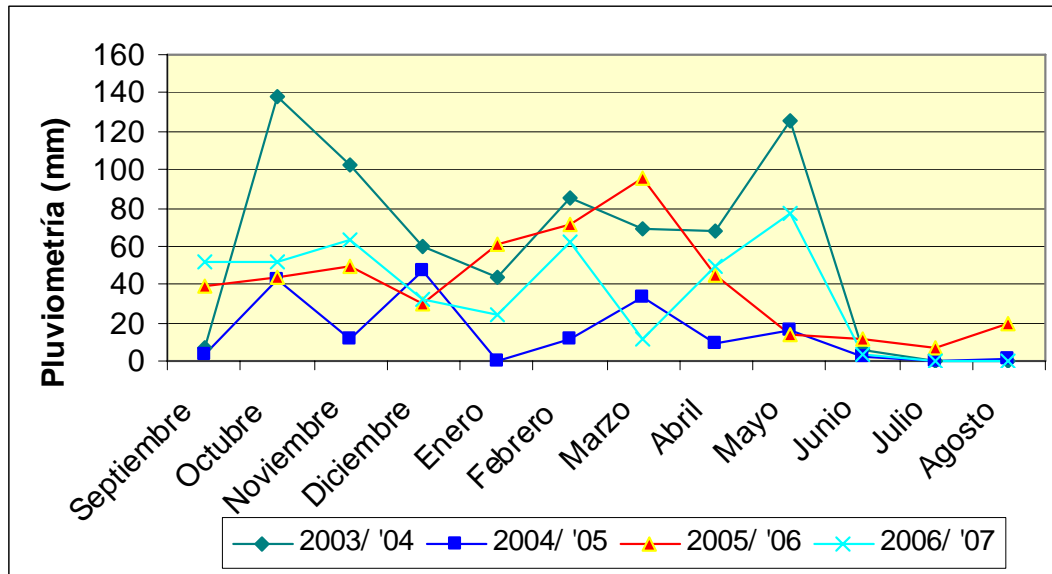
No existe aún una tendencia definida en la evolución de las características del suelo en Deifontes, ya que el ensayo sólo ha tenido lugar en cuatro anualidades, y el segundo año fue escasa la diferencia entre tratamientos debido a la climatología.

Contenido de agua en el suelo

En cuatro años de ensayo la precipitación anual ha sido muy variable y se ha repartido también de forma desigual durante las distintas estaciones del año. Así, al primer año, muy húmedo (705 mm), le siguió un año muy seco (176,2 mm), y después se dan dos años intermedios en cuanto a precipitaciones se refiere (488 mm y 427 mm), siendo el último un tanto más seco que el anterior y con lluvias peor repartidas, con un invierno y un verano muy secos. En líneas generales las precipitaciones se producen en su mayoría en los meses de primavera y otoño (ver Gráfico 4.1).

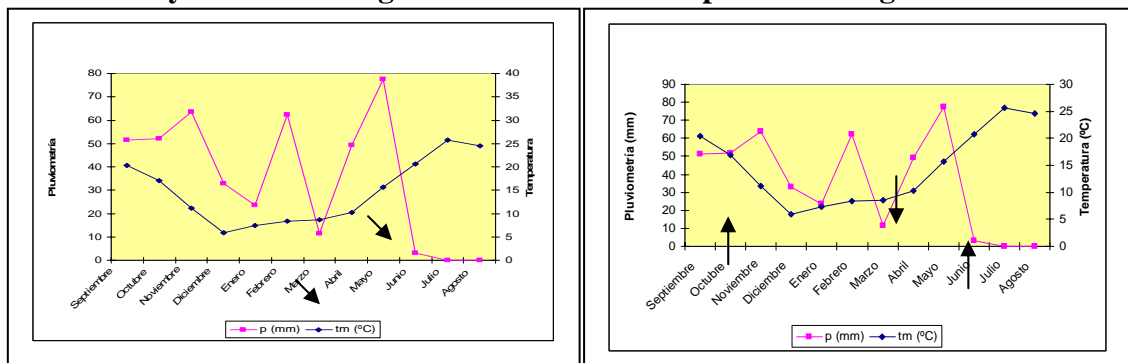
El óptimo establecimiento y desarrollo de la cubierta depende de la pluviometría, así el año más húmedo ésta se instaló muy bien, mientras que el año más seco su instalación fue escasa. Para lograr una buena implantación de la cubierta es necesario aprovechar las primeras lluvias de otoño, en el mes de septiembre. La siembra debe ser temprana para asegurar la humedad necesaria para una rápida germinación, sobre todo teniendo en cuenta aquellos casos en que no se pasa la rastra tras la siembra, y la semilla, sobre la superficie, queda expuesta a la falta de humedad. Si se pasa la rastra después de estas primeras lluvias se retrasa la implantación de la cubierta que, de forma espontánea, ya habría empezado a cubrir el suelo.

Gráfico 4.1: Precipitaciones ocurridas 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 (2007)

Gráfico 4.2 y 4.3: Climodiagrama de Walter-Lieth para el año agrícola 2006-2007



Fuente: Elaboración propia a partir de CAP (2007).

Según la evolución anual de la temperatura y la precipitación ocurrida en Deifontes en esta campaña (septiembre 2006-agosto 2007) se ha elaborado el diagrama de Walter-Lieth (Gráficos 4.2 y 4.3). Según este modelo gráfico, hay sequía a mediados de marzo y a partir del mes de junio durante todo el verano de 2007, tal como muestran las flechas son aquellos periodos en que la línea de las precipitaciones queda por debajo de la de las temperaturas. No existe sequía en los meses de otoño de 2006, pero sí se da subsequía como se muestra en el gráfico 4.3, desde el comienzo del ensayo hasta la mitad del mes de octubre de 2006; por otro lado, el diagrama muestra un periodo de subsequía en el mes de marzo de 2007, debido a un invierno bastante seco y al aumento de la temperatura. A finales de mayo comienza otro periodo subseco que pronto da paso a la sequía estival (Gráfico 4.2).

Contenido de agua en el suelo.

Los suelos francos presentan a capacidad de campo un contenido de agua de un 20-30% sobre suelo seco y en marchitez permanente alrededor de un 10%. El agua acumulada

en el suelo al iniciar el muestreo (marzo 2007) es notablemente inferior al agua encontrada al comienzo de la temporada anterior en marzo de 2006 (16-18% sobre suelo seco), esto es debido al invierno más seco y cálido que se dio en 2007, lo que resultó en un periodo de subsequía y sequía en pleno mes de marzo, como se observa en el diagrama de Walter-Lieth y en el contenido de agua obtenido para final de marzo (Tabla 4.2), que hace visible el punto de marchitez permanente en el que se encuentra el suelo a final del invierno de 2007.

Tabla 4.2: Contenido de agua en el suelo (% sobre peso seco de suelo) según tipo de cubierta y profundidad para fechas diferentes de muestreo

	0 a 25 centímetros			25 a 50 centímetros		
	Vincorp.	Testigo	Vsiega	Vincorp.	Testigo	Vsiega
05/03/2007	13,39 ^a	12,71 ^a	14,29 ^a	13,19 ^a	13,56 ^a	12,52 ^a
26/03/2007	9,83 ^a	8,42 ^a	8,33 ^a	9,41 ^a	7,45 ^a	8,74 ^a
26/04/2007	10,39 ^a	8,60 ^a	10,16 ^a	10,13 ^a	6,03 ^b	7,94 ^{ab}
24/05/2007	17,12 ^a	15,03 ^a	10,91 ^b	15,83 ^a	12,03 ^b	11,35 ^b
04/07/2007	8,36 ^a	6,81 ^{ab}	4,38 ^b	8,71 ^a	7,19 ^{ab}	3,95 ^b
08/08/2007	5,33 ^a	4,22 ^{ab}	2,59 ^b	6,59 ^a	5,99 ^a	3,46 ^a

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

Debido al invierno seco y tal como se puede ver en la Tabla 4.2, aparecen a final de abril, las primeras diferencias significativas entre tratamientos para el contenido de agua en el perfil más profundo del suelo; así, el testigo es el que posee un menor contenido de agua. La cubierta testigo es más rala, cubre menos y frena en menor medida la velocidad del agua de escorrentía, lo que se traduce en una menor recarga del suelo, sobre todo del horizonte más profundo. Se repite el patrón de los años anteriores: la cubierta testigo es la que tiene una menor capacidad de almacenar agua en el suelo en todo el perfil durante el período en el que Pastor y colaboradores (1996, 1997, 2001) demostraron que la cubierta era positiva en términos del balance hídrico frente a suelo desnudo, ya que permite almacenar más agua que la que se evapotranspira.

Según la bibliografía (Guzmán et al., 2000; Domínguez et al., 2003) los suelos con una mejor estructura son menos erosionables y poseen una mayor capacidad de retención de agua, lo que permite un mayor desarrollo radicular y un aumento de la actividad microbiana. Las cubiertas con mayor biomasa, proveen al suelo de mayor cantidad de materia orgánica, que junto a las raíces, la arcilla y los microorganismos, aportan estabilidad a los agregados haciéndolos más estables. Los primeros centímetros de suelo aparecen como una maraña de finas raíces y tierra tal como una esponja, por eso no es difícil imaginar que una estructura así, tenga un mayor potencial de almacenaje de agua y de drenaje hacia el perfil más profundo del suelo.

Las escasas lluvias que se producen en el mes de marzo y abril consiguen recargar un poco el perfil del suelo para todos los tratamientos, sobre todo los primeros centímetros de suelo en aquellas parcelas con cubierta sembrada tal como se puede ver en el gráfico 4.4.

Gráfico 4.4: Contenido de humedad (% sobre peso seco) entre 0 y 25 cms de profundidad para las distintas cubiertas ensayadas (las flechas indican el momento de corte).

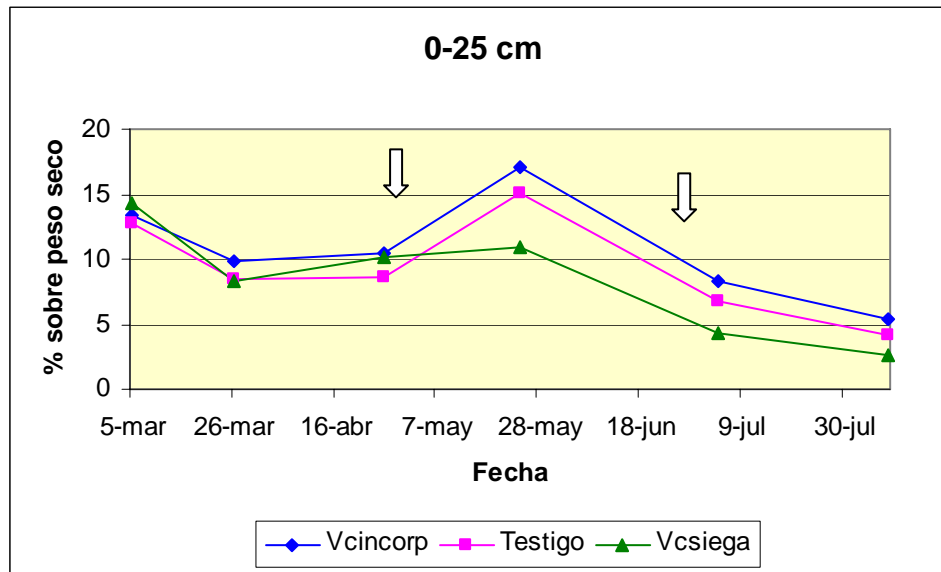
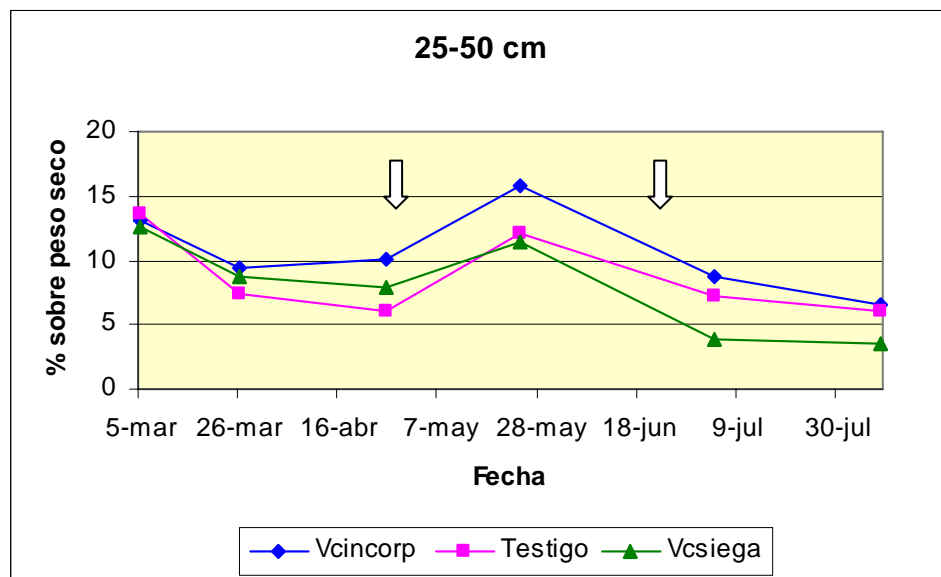


Gráfico 4.5: Contenido de humedad (% sobre peso seco) entre 25 y 50 cms de profundidad para las distintas cubiertas ensayadas (las flechas indican el momento de corte).



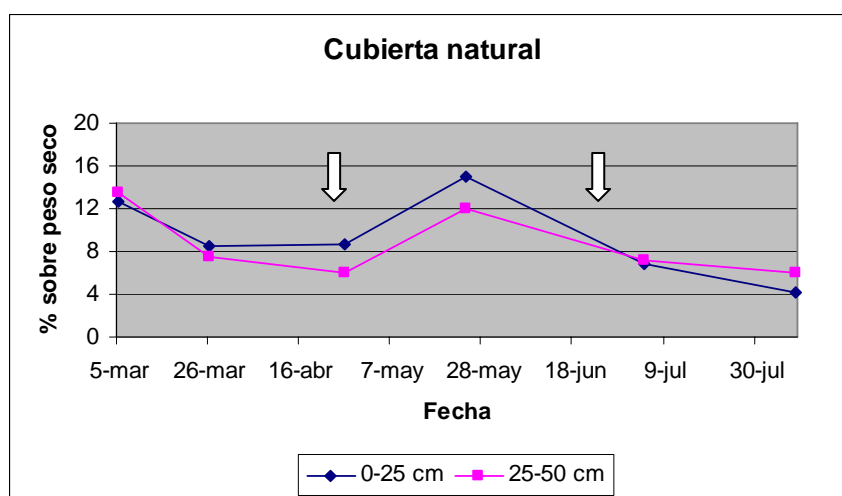
La cubierta vegetal se elimina a finales de abril, y es en el mes de mayo cuando ocurren las precipitaciones de mayor importancia, las subparcelas labradas consiguen recargar mucho más el suelo de agua que las segadas. En efecto, en el mes de mayo el suelo se recarga, aunque lejos del punto de capacidad de campo, sobre todo para el tratamiento veza segada. La cubierta inerte en este caso no permite tanta infiltración de agua como en los suelos recién labrados, supone un mayor consumo de agua en la zona radicular de la cubierta que permanece viva parcialmente, y no da lugar a la ruptura de los poros que permiten la pérdida de agua por capilaridad. Quizás también, la capa de residuos húmedos que queda incorporada en el suelo puede contribuir a aportar humedad, frente

a cuando los residuos se secan en superficie, como sucede en el tratamiento con veza segada. Por eso, encontramos diferencias significativas en ambos perfiles para este manejo tal como se muestra en la Tabla 4.2.

A pesar de las lluvias y de estar recién labrado, el tratamiento testigo sigue presentando, a mayor profundidad, un contenido de agua significativamente menor que el del manejo con veza incorporada. En este caso, aunque la recarga es muy alta no puede compensar el déficit acumulado en fechas anteriores.

A partir de la segunda quincena de junio el suelo se encuentra de nuevo en el punto de marchitez permanente para todos los tratamientos, aunque en el manejo con siega este punto se alcanza ya a finales del mes de mayo (ver Gráfico 4.8). La competencia por el agua entre el olivo y la cubierta es muy importante a partir del mes de mayo y se ve acentuada por el aumento de las temperaturas y la actividad vegetativa que conlleva una mayor evapotranspiración del cultivo y de la cubierta, la actividad fotosintética de la cubierta tras su eliminación siempre es mayor en las parcelas segadas, lo que implica un mayor consumo de agua del suelo en ambas profundidades muestreadas y por tanto un contenido de humedad significativamente menor al de los otros manejos ensayados. En el mes de julio, en plena sequía estival, la cubierta veza incorporada es la que logra mantener un contenido de agua significativamente más elevado que en los otros manejos, sobre todo comparando con la siega por los motivos que ya señalamos anteriormente.

Gráfico 4.6: Contenido de humedad (% sobre peso seco de suelo) a distintas profundidades y en diferentes fechas en la cubierta espontánea



Teniendo en cuenta que en el mes de mayo la cobertura viva del tratamiento con siega ya alcanza el 50% del suelo, creemos que el segundo control con desbrozadora realizado el 22 de junio, debía haberse realizado antes, para reducir la cantidad de vegetación que se encuentra evapotranspirando activamente por el aumento de temperaturas a principio de verano, aunque esto no evitaría tener que hacer un tercer control en el mes de julio ya que en junio las condiciones de humedad y temperatura son óptimas para el desarrollo de la cubierta lo que contribuye a un nuevo incremento de la biomasa presente fotosintéticamente activa. No obstante, adelantar el 2º control no es a veces posible porque la cubierta no alcanza la suficiente altura para ser segada adecuadamente.

Gráfico 4.7: Contenido de humedad (% sobre peso seco de suelo) a distintas profundidades y en diferentes fechas en la cubierta veza incorporación

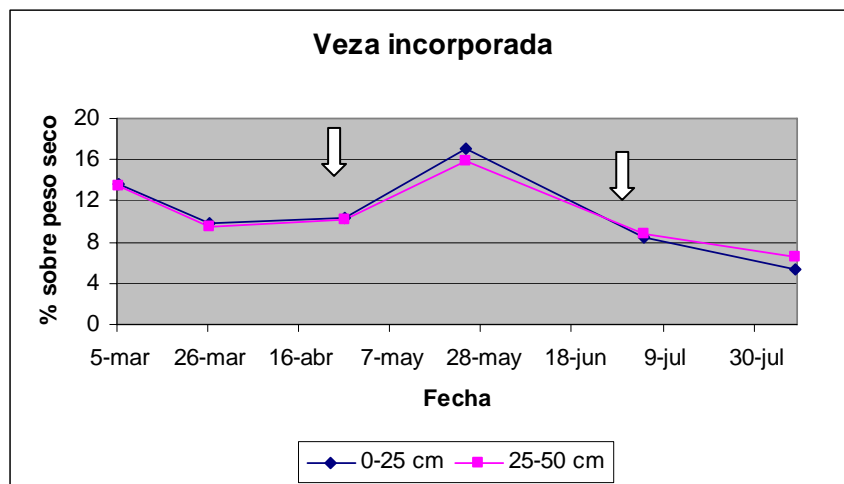
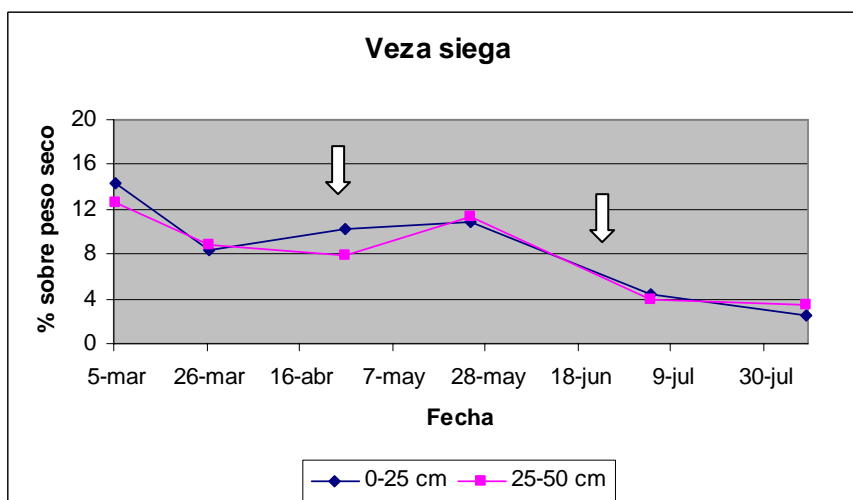


Gráfico 4.8: Contenido de humedad (% sobre peso seco de suelo) a distintas profundidades y en diferentes fechas en la cubierta veza siega



Es de suma importancia, además de conocer el momento de eliminación de la cubierta, saber hasta qué punto la maquinaria utilizada va a ser capaz de realizar el control de una manera eficaz y con los mínimos pases posibles con el fin de abaratar estas labores de suelo y lograr un manejo óptimo.

Formas de nitrógeno en el suelo

En la Tabla 4.3 se muestran los resultados obtenidos para el contenido de nitratos y amonio (expresados en $\mu\text{g N-NO}_3^- \text{g}^{-1}$; $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{g}^{-1}$) en los primeros centímetros de suelo entre las calles del olivar y bajo la copa de los árboles en distintas fechas. Tal como era de esperar, y en relación a la posición de muestreo en el campo, se da un contenido de nitratos en el suelo significativamente mayor bajo la copa del árbol que en las calles. Estos resultados se deben a un mayor contenido de M.O del suelo bajo la copa (enmiendas orgánicas, residuos de la cubierta, hojas secas y aceitunas) y su representación gráfica es clara en este sentido (Gráfico 4.9). Del mismo modo, el contenido de nitratos y amonio es, en general, superior en los primeros cinco

centímetros de suelo, esto se debe a que la aportación de residuos a corto plazo modifica un volumen de suelo pequeño (Ordoñez et al., 2002).

Es interesante observar la evolución de estos dos parámetros en el tiempo, ya que podemos establecer una relación entre el contenido de nitratos y amonio en el suelo con las fuentes de nitrógeno, por un lado y, por otro, con los procesos dinámicos que estacionalmente conllevan su variación en el suelo. Los aportes de abonos orgánicos y el estado y composición de la cubierta afectarán a estos contenidos, al igual que el crecimiento del olivo y de la cubierta en distintas fechas del año, y la actividad de los microorganismos. Está clara la relación que mantienen estas formas de nitrógeno con la dinámica de la M.O en el suelo: mineralización y humificación, de este modo, la evolución en el contenido de nitrógeno y sus formas se verá afectado por los mismos factores que esta fracción orgánica del suelo (Labrador, 2003). En las épocas de mayor actividad del olivo, éste extraerá nitrógeno presente en el suelo, del mismo modo lo harán la cubierta vegetal y los microorganismos del suelo. El proceso de descomposición de la materia orgánica depende de su naturaleza y de las características del suelo y del clima. El amonio se transforma en cuestión de pocos días en nitrato por acción de las bacterias y puede estar fijado o no por las arcillas. Se dará una mayor mineralización de la M.O en los suelos labrados (aireados) y un mayor contenido de carbono en el suelo favorecerá la inmovilización del nitrógeno, propiciando la formación de sustancias húmicas.

En la Tabla 4.3 y en los Gráficos 4.9 y 4.10 se observa que las reservas de nitrógeno mineral en el suelo son muy variables en el tiempo.

Tabla 4.3: Contenido de nitratos y amonio en el suelo ($\mu\text{g N-NO}_3^- \text{ g}^{-1}$; $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{ g}^{-1}$, microgramo de átomo/gr de peso seco) en distintas posiciones, profundidades y fechas para cada uno de los tratamientos ensayados

		BAJO COPA 0-5		BAJO COPA 5-15		ENTRE CALLE 0-5		ENTRE CALLE 5-15	
		AMONIO	NITRATO	AMONIO	NITRATO	AMONIO	NITRATO	AMONIO	NITRATO
Oct '06	Vi	6,238 ^a	379,72 ^a	5 ^a	222,75 ^a	9,2 ^a	62,658 ^a	3,975 ^a	32,625 ^a
	D	12,25 ^a	301,53 ^a	5,125 ^a	280,63 ^a	8,85 ^a	65,125 ^a	4,7 ^a	31,85 ^a
	Vs	11,725 ^a	294,75 ^a	3,475 ^a	273,2 ^a	7,175 ^a	56,425 ^a	3 ^a	23,425 ^a
Feb- Mar '07	Vi	0,15 ^a	55,575 ^a	0,075 ^a	48,55 ^a	0,25 ^a	63,625 ^a	0,3 ^a	30 ^a
	D	0,47 ^a	62,775 ^a	0,075 ^a	59,8 ^a	0,075 ^a	84,525 ^a	0,1 ^b	48,925 ^a
	Vs	0,1 ^a	68,225 ^a	0,05 ^a	30,65 ^a	0,075 ^a	63,275 ^a	0,025 ^b	32,075 ^a
May '07	Vi	2,725 ^a	42,175 ^a	4,125 ^a	35,35 ^a	4,45 ^a	29,675 ^a	3,275 ^a	18,975 ^a
	D	3,575 ^a	39,225 ^a	4,3 ^a	35,45 ^a	4,1 ^a	27,825 ^a	4,35 ^a	15,9 ^{ab}
	Vs	6,9 ^a	40,075 ^a	7,75 ^a	34,1 ^a	5,375 ^a	29,8 ^a	3,575 ^a	12,1 ^b
Oct '07	Vi	6,675 ^a	258 ^a	4,25 ^a	190,55 ^a	5,3 ^a	75,775 ^a	5,375 ^a	40,9 ^a
	D	4,875 ^a	253,5 ^a	4,725 ^a	166,4 ^a	6,3 ^a	76,125 ^a	6,075 ^a	28,45 ^a
	Vs	6,025 ^a	184,63 ^a	5,325 ^a	196,08 ^a	5,25 ^a	56,5 ^a	4,875 ^a	30,07 ^a

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

Se puede ver en la Tabla.4.3 que existen diferencias significativas entre tratamientos en cuanto al contenido de amonio en el mes de febrero-marzo, y en cuanto al contenido de nitrato en mayo, ambos a mayor profundidad y en las calles del olivar. De este modo, el

tratamiento con veza incorporada presenta un contenido de amonio significativamente mayor a los otros dos tratamientos a principios de marzo. A finales del mes de mayo las diferencias se presentan en el contenido de nitratos a mayor profundidad (de 5 a 15 centímetros), siendo la cubierta con veza incorporada la que presenta una cantidad de nitratos significativamente mayor entre las calles del olivar, seguida de la cubierta testigo y, por último, de la veza segada que contiene significativamente menos nitrato a esa profundidad.

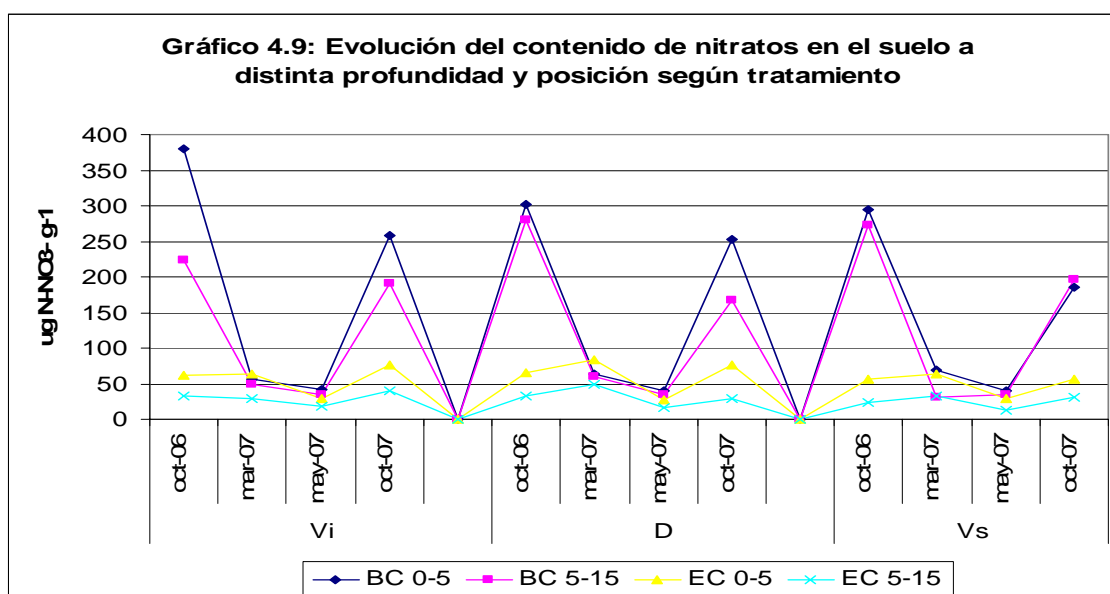
El mayor contenido de nitratos en la cubierta con veza incorporada entre 5-15 cm de profundidad en el mes de mayo se debería principalmente a que produce más materia seca y contiene más nitrógeno total, siendo incorporada a un suelo con más agua y, presumiblemente, oxígeno por la labor de incorporación, que aceleraría la mineralización de la materia orgánica. Las bacterias del género *Nitrobacter* estarían en óptimas condiciones para llevar a cabo la nitrificación de los compuestos orgánicos nitrogenados tras la incorporación de la cubierta en los primeros centímetros del suelo en el mes de abril, la subida de las temperaturas al entrar la primavera y las lluvias del mes de mayo.

En el mes de mayo sucede lo contrario para el caso del amonio aunque las diferencias no son significativas, así, de forma general, y tras la eliminación de la cubierta, el tratamiento testigo es el que presenta un mayor contenido de amonio, seguido de la cubierta con veza y segada y por último del tratamiento con veza incorporada; este hecho a principios de junio denota una mayor facilidad en estos tratamientos para llevar a cabo la amonización de los compuestos orgánicos nitrogenados por parte de las bacterias del suelo, ya que se ve favorecida esta actividad por una mayor presencia de carbono en el suelo y una mayor relación C/N propia de aquellas cubiertas que en su composición florística contiene más gramíneas y menos leguminosa, en este caso la cubierta testigo y la de veza segada (ver composición de la cubierta). Esta dinámica nos lleva a pensar que es también en estos tratamientos con residuos orgánicos más lignificados los que conllevan una mayor humificación de la materia orgánica, inmovilizando las formas de nitrógeno mineral en compuestos orgánicos formadores de humus. Según Monnier (1989), el potencial de humificación depende de la naturaleza de la materia seca aportada, cuanto más rica en lignina es, más humus produce y cuantos más azúcares, celulosa y compuestos nitrogenados posee, más rápidamente se mineraliza y menos humus genera.

El mayor riesgo de lixiviado de nitratos hacia los perfiles más profundos del suelo ocurriría bajo la copa del árbol, donde el contenido de nitratos es máximo en el mes de octubre, coincidiendo con una estación lluviosa, aunque la demanda del olivar, la cubierta y los microorganismos del suelo en estas fechas, reducirían en cierta medida el lixiviado de nitratos. No obstante, cabría recomendar que el abonado orgánico al árbol no se realizara en otoño, sino al inicio de la primavera, En cualquier caso sería interesante poder determinar la cantidad de estas formas de nitrógeno que se lavan hacia los perfiles más profundos del suelo. Entre calles, la cantidad de nitratos es más estable a lo largo del año,

De octubre a marzo se inmoviliza y/o se consumen gran parte de los nitratos presentes bajo la copa del olivo, lo que no sucede entre las calles donde este contenido aumenta ligeramente tal como muestra el Gráfico 4.9. Bajo copa se incorporan más residuos que entre las calles, y sobre todo en invierno, la recolección y la preparación del ruedo (siega) incrementa el aporte de hojas, aceitunas y restos vegetales bajo el olivo, lo que estimula la actividad descomponedora de los microorganismos que utilizan estos nutrientes inmovilizándolos en formas orgánicas. A esta actividad microbiana y a la formación de humus se le suman las últimas fases de maduración de la aceituna

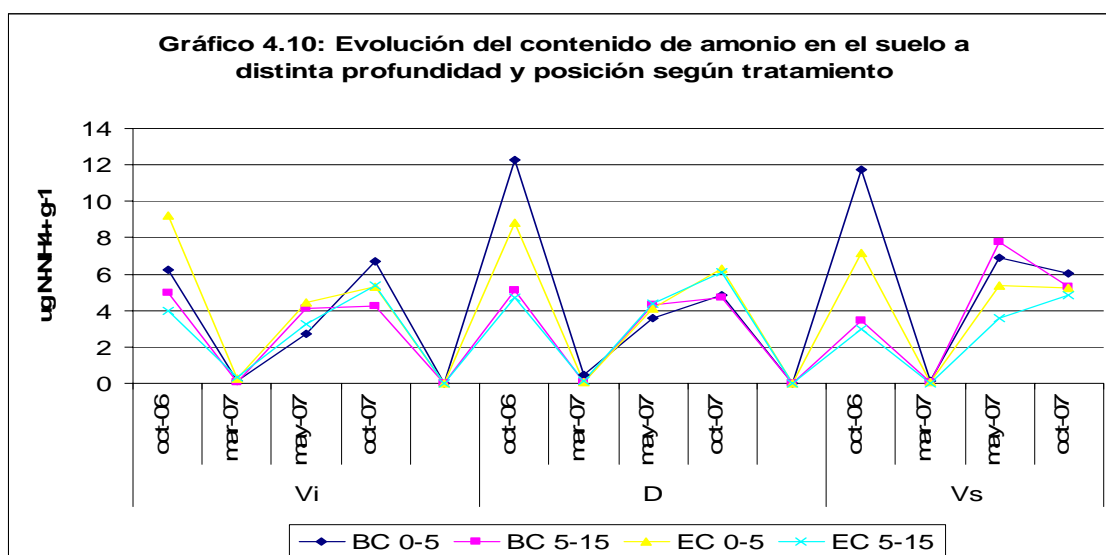
(octubre-diciembre), fase en que según Fernández Escobar (2004), el contenido de nitrógeno en hoja aumenta hasta su máximo en el mes de diciembre, contenido relativo en hoja igual al del mes de abril. También es en los meses de octubre hasta diciembre, antes de la recolección, cuando la cubierta bajo copa toma un porte considerable antes de su siega (10 días antes a la cosecha), consumiendo formas asimilables de nitrógeno. No debemos olvidar que el invierno suave y seco propició un adelanto en la actividad de los insectos y de la cubierta lo que pudo conllevar un consumo temprano de nutrientes del suelo, sobre todo bajo la copa donde muchos artrópodos pasan el invierno protegidos bajo la gran capa de residuos y paja que se han acumulado con los años cerca del tronco del árbol.



Según Lacasta (2007) para cultivos de cereal de secano, es en otoño cuando se dan las condiciones óptimas de nitrificación y en primavera es cuando se produce el consumo de nitratos acumulados en el suelo. Esta dinámica se corresponde con la evolución del nitrógeno en el suelo en las calles del olivar donde se dan unas condiciones similares al secano (ver Gráfico 4.9).

Aparecen diferencias significativas en cuanto al contenido de amonio entre calles en el mes de marzo (Tabla 4.3), siendo la cubierta incorporada la que presenta un valor mayor, este hecho puede estar relacionado con la cantidad de nitrógeno que tiene la cubierta para este tratamiento, y por tanto el mayor aporte de residuos de leguminosa al suelo, y una mayor deposición rizosférica de nitrógeno desde los nódulos de la raíces de la veza.

Como se puede ver en el Gráfico 4.10, el contenido de amonio aumenta de marzo a mayo fuertemente y luego más moderadamente hasta el mes de octubre. El aumento en este periodo se corresponde con un proceso evidente de mineralización (amonización) de la materia orgánica por parte de los microorganismos del suelo, que en este periodo encuentran las condiciones óptimas para su actividad (humedad y temperatura) sobre todo de marzo a junio. Al igual que el nitrato, de octubre a marzo se produce una disminución del contenido de amonio en el suelo sobre todo los primeros centímetros bajo copa y entre calles, debido a la inmovilización y/o consumo por parte de los microorganismos, la cubierta y el olivar.



4.2 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Biomasa aportada por la cubierta

Al igual que el primer y tercer año de ensayo, la biomasa producida por las cubiertas sembradas en el primer corte es significativamente superior a la de la cubierta espontánea. La buena implantación de estas especies sembradas y su efecto estimulador del crecimiento de la cubierta hacen que la biomasa fresca obtenida sea mayor que el año anterior, aún haberse producido menos lluvia que en el invierno de 2006. En el manejo con veza incorporada (tratamiento 2), el pase de rastra tras la siembra de la cubierta y de cultivador superficial para el enterrado en primavera han mejorado la germinación de la veza. Así, mientras que en 2006 el porcentaje de veza en las cubiertas sembradas rondaba el 6% sobre materia seca total para los dos manejos ensayados, este año para la cubierta con veza incorporada, el porcentaje de veza en la cubierta representa un 77,9% frente al 15% en la cubierta con veza segada. La escasa materia seca que representan las especies sembradas frente al total de la cubierta para el caso de la veza segada, parece indicar un efecto estimulador para el crecimiento de otras especies. Respecto al año anterior, la cubierta testigo ha incrementado su aporte en materia seca en un 15%, incremento similar al de las sembradas, pero en cuanto a materia fresca este incremento sólo ha significado un 9% frente al 30-40% que se incrementa en las sembradas por las razones que ya hemos comentado.

Tabla 4.4: Producción media de biomasa en el primer corte (Kg/ha) para las distintas cubiertas ensayadas

	V incorporada	Testigo	V siega
Materia fresca	10.886 ^a	6.697 ^b	10.460 ^a
Materia seca	2.178,8 ^a	1.599,4 ^b	2.154,6 ^a

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

Los datos obtenidos en el segundo corte en el tratamiento 1 (Veza siega) en cuanto a la producción biomasa evidencian la gran capacidad de rebrote que tienen las especies que componen esta cubierta, llegando a producir en 2 meses la mitad de la materia seca que

produjo en 8 meses. Las óptimas condiciones de humedad y temperatura han propiciado una rápida recuperación de las arvenses con su consiguiente consumo de agua del suelo, significativamente mayor al de las cubiertas labradas. En cualquier caso, este puede ser el manejo adecuado para aquellas fincas en las que la cubierta se utilice como pasto o forraje, pudiendo alimentar durante más tiempo a los animales en comparación con los otros dos tratamientos.

Tabla 4.5: Producción media de biomasa en el primer corte (Kg/ha) para las distintas cubiertas ensayadas

	V incorporada	Testigo	V siega
Materia fresca	605,3	451	4.794,3
Materia seca	140,3	141	1.255,7

Valor nutritivo de la cubierta

El valor nutritivo de la cubierta depende tanto de la biomasa seca total producida (la cantidad), como de la calidad de la misma. En términos cualitativos, el porcentaje de proteína es muy importante tanto para alimentación animal, como si la empleamos de abonado en verde. Los resultados de este año de ensayo muestran que la cubierta antes de la primera siega presenta diferencias significativas en el contenido porcentual de proteína, que está relacionada con el porcentaje de veza presente en cada cubierta, máxima en la cubierta de veza incorporación (trat. 2), intermedia en la cubierta veza segada (trat. 2) y nula en el tratamiento testigo. No existen diferencias en el resto de los parámetros.

Tabla 4.6: Valor nutritivo de las distintas cubiertas ensayadas en el 1er corte

	V incorporada		Testigo		V siega	
	1er corte	2º corte	1er corte	2º corte	1er corte	2º corte
Cenizas brutas (%p/p)	10,4 ^a	13	10,47 ^a	11	9,85 ^a	10
Fibra bruta* (%p/p)	-	-	-	-	-	-
Grasa bruta (%p/p)	2,25 ^a	-	2,05 ^a	-	2,17 ^a	-
Proteína bruta (%p/p)	15,92 ^a	14	11,72 ^c	11	13,77 ^b	11,6
Calcio (%p/p)	1,67 ^a	2	1,5 ^a	1,6	1,58 ^a	1,9
Fósforo (%p/p)	0,17 ^a	0,7	0,17 ^a	0,6	0,2 ^a	0,6

Separación de medias por intervalos LSD (nivel de significación: $P < 0,05$); *Análítica pendiente

Cálculo del valor fertilizante

En la Tabla 4.7 se muestran los resultados obtenidos para el contenido de nitrógeno de cada cubierta ensayada. Cabe recordar que estos valores se encuentran minusvalorados ya que sólo se toma para el análisis la parte aérea de la cubierta, sin tener en cuenta el sistema radicular. Del mismo modo que ha aumentado la biomasa fresca producida por cada cubierta respecto al año anterior, también lo ha hecho el contenido en nitrógeno, siendo mayor este incremento para la cubierta sembrada con veza e incorporada que

contiene un porcentaje mayor de veza que la cubierta sembrada y segada. De este modo, el contenido de nitrógeno es significativamente más bajo para la cubierta testigo y similar al de 2006, la cubierta espontánea tiene un valor fertilizante como abono verde inferior al de las cubiertas sembradas en cuanto a nitrógeno se refiere. Sería interesante determinar el porcentaje de leguminosas que componen la cubierta testigo, ya que se trata de una cubierta madura rica en leguminosas naturales.

Tabla 4.7: Contenido de N de la cubierta vegetal (1er corte)

	V incorporada	Testigo	V siega
N (Kg/ha)	55,26 ^a	29,88 ^b	47,53 ^a

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

Tal como hemos visto en el apartado anterior, el hecho de haber producido una cantidad de biomasa significativamente superior en el caso de la veza segada en el segundo corte, también se refleja en un mayor contenido de nitrógeno, entonces son las cubiertas sembradas y segadas las que en este segundo corte supondrían un mayor aporte de nitrógeno al suelo y por tanto un mayor valor fertilizante. Esta mayor cantidad de nitrógeno en la cubierta podría disminuir las pérdidas por lixiviación de nitrógeno en el caso de lluvias importantes tras el primer control de las cubiertas.

Tabla 4.8: Contenido de nitrógeno de la cubierta vegetal (2º corte)

	V incorporada	Testigo	V siega
N (Kg/ha)	3,14	2,48	23,31

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 1,3 Kg/día, mientras que las necesidades diarias de proteína bruta son 0,13 Kg (García Trujillo, 2005). Los resultados obtenidos del cálculo de la carga ganadera se muestran en las Tablas 4.9 y 4.10.

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 4.10.

La Tabla 4.10 muestra que una hectárea de olivar con cubierta de veza incorporada podría soportar 31 ovejas ó 49 ovejas con un suplemento de paja de unos 723 Kg. La cubierta con veza segada puede soportar una carga de 30 ovejas ó 42 con un suplemento de 453 Kg de paja. Por otro lado, la cubierta natural mantendría 22 ovejas, ó 26 con un suplemento de 156 Kg de paja. El año anterior (2005-06), las cubiertas de veza fueron más escasas, reduciéndose esta capacidad.

Tabla 4.9: Raciones diarias que aporta cada cubierta

		Rendimiento (Kg/ha)	M.S.(Kg/ha)	P.B.(%)	Raciones M.S.	Raciones P.B.
1er corte	Vinc.	10.886	2.178	15,92	935,84	1.490,82
	Testigo	6.697	1.599,4	11,72	687,23	805,95
	Vsiega	10.460	2.154,6	13,77	925,79	1.275,63
2° corte	Vinc.	605,3	140,3	14	60,28	96,03
	Testigo	451	141	11	60,58	71,05
	Vsiega	4.794,3	1.255,7	11,6	539,35	743,44

Tabla 4.10: Carga ganadera resultante según tipo de cubierta

		VC incorp.		TESTIGO		VC siega	
		M.S.	P.B.	M.S.	P.B.	M.S.	P.B.
1er corte	UGM/ha/mes	4,7	7,5	3,4	4	4,6	6,4
	Ovejas/ha/mes	31,2	49,7	22,9	26,9	30,9	42,5
2° corte	UGM/ha/mes	0,3	0,5	0,3	0,4	2,7	3,7
	Ovejas/ha/mes	2	3,2	2	2,4	18	24,8

La biomasa obtenida desde el primer al segundo corte proporcionaría raciones suficientes para 18 ovejas durante un mes en el caso de las cubiertas segadas, siendo la capacidad de carga significativamente menor para este segundo periodo en el resto de tratamientos.

Al considerar como ovejas de referencia a ovinos segureños con 1,5 partos de media, estamos sugiriendo un manejo intensivo del rebaño, si tenemos en cuenta que la producción ecológica de corderos no lleva al límite la capacidad reproductiva de las madres, nos encontramos con que se reduce a 1,2 partos al año aproximadamente, lo que repercute directamente en un menor requerimiento nutricional por parte del rebaño y entonces la capacidad de carga de estas cubiertas sería mayor.

4.3 COBERTURA Y COMPOSICIÓN DE LA CUBIERTA

Índice de cobertura

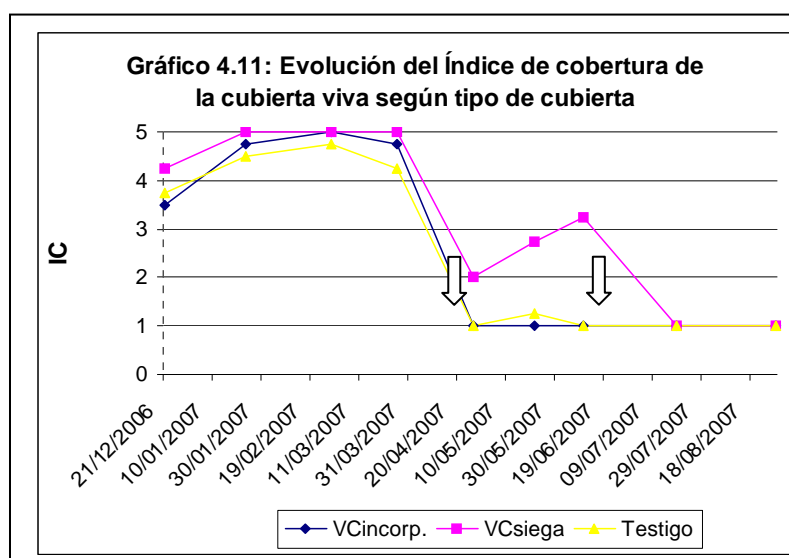
CUBIERTA VIVA

La siembra temprana de la cubierta, con las primeras lluvias de octubre y el posterior pase de rastra en las parcelas con tratamiento con veza incorporada, así como, el tapado de la semilla en primavera con los restos de la siega en las parcelas desbrozadas, han contribuido a adelantar el establecimiento y crecimiento de las cubiertas sembradas, que este año ya superan el 60% de suelo cubierto en el mes de diciembre y el 80% en el mes de enero. Como se puede ver en el Gráfico 4.11, a partir del momento de eliminación de la cubierta, las parcelas con labor presentan una cubierta viva escasa (0-10%) o nula,

mientras que la cubierta segada mantiene una cobertura entre un 10-25%. Los residuos inertes que quedan en superficie tras la eliminación de la vegetación en el mes de abril, son de vital importancia para seguir protegiendo al suelo en los meses siguientes (primavera-verano). Es evidente que el manejo que hagamos del suelo para eliminar la cubierta determinará en gran medida la protección del suelo tras el control, así pues, la siega deja todos los residuos en superficie mientras que la incorporación entierra los restos dejando en superficie una porción muy pequeña de los mismos. La calidad, cantidad y posición de los residuos determinará su eficacia frente a la erosión. La mayor cantidad de residuos la aportan las cubiertas sembradas, debido a su mayor producción de biomasa. La mayor calidad de residuos la aportará aquella cubierta que posea una mejor relación C:N, los residuos más lignificados serán los más persistentes tras la eliminación, las cubiertas que poseen estas características son la veza segada y la cubierta testigo ya que contienen una mayor cantidad de gramíneas en su composición (diferencia significativa, ver biodiversidad). La posición en la que los residuos se encuentran en el perfil del suelo tras la eliminación es importante ya que esto influye directamente en la velocidad de mineralización de estos residuos, es decir, de su desaparición. Estos tres aspectos hacen más eficiente a la cubierta sembrada y segada.

Tabla 4.11: Valores de IC por tratamiento en distintas fechas

	Vi	Vs	D
21-dic	3	4	4
23-ene	5	5	4
27-feb	5	5	5
26-mar	5	5	4
26-abr	1	2	1
21may	1	3	1
10-jun	1	3	1
18-jul	1	1	1
28-ago	1	1	1



CUBIERTA TOTAL

Los microorganismos descomponedores de la materia orgánica del suelo necesitan cierta humedad para llevar a cabo su actividad. La incorporación de la cubierta favorece la actividad de los microorganismos si existe humedad, por el contrario dejar los restos en superficie favorece la actividad de los macroorganismos que viven en superficie fragmentando la materia orgánica. Teniendo en cuenta que las cubiertas que mantienen una mayor humedad en los primeros centímetros de suelo tras la siega (diferencias significativas, ver contenido de humedad), son las cubiertas incorporadas (Vi y Testigo), éstas mantendrán una mayor actividad de los microorganismos del suelo a los que se les ha aportado además nutrientes y energía al enterrar los restos de la cubierta. La actividad de los macroorganismos en estos tratamientos estará en función de la cantidad de residuos que quedan en superficie. Por el contrario la cubierta segada,

mantiene todos los residuos en superficie, favoreciendo la actividad de los macroorganismos artrópodos y ralentizando la desaparición de los residuos inertes por la actividad de los microorganismos del suelo.

La cubierta con veza segada es la que mejor protege al suelo tras su control ya que el 100% de los residuos quedan en superficie, perduran más por la cantidad de biomasa que aportan y por su mayor relación C:N, quedando la cobertura total del suelo por encima del 80% durante todo el año (ver Gráfico 4.12). La rápida desaparición de los residuos en el tratamiento veza incorporada en relación a la cubierta testigo tendría que ver con la mayor actividad puntual de los microorganismos del suelo por una mayor humedad, mayor aporte de biomasa en los primeros centímetros y la peor relación C/N, representando la leguminosa un 78% de la biomasa producida, nada lignificada, con una degradación muy rápida. En años más húmedos los residuos desaparecerán más rápidamente.

Tabla 4.12: Valores de IC por tratamiento en distintas fechas

	Vi	Vs	D
21-dic	4	5	4
23-ene	5	5	5
27-feb	5	5	5
26-mar	5	5	5
26-abr	2	5	2
21-may	2	5	2
10-jun	2	5	2
18-jul	1	5	1
28-ago	1	5	1

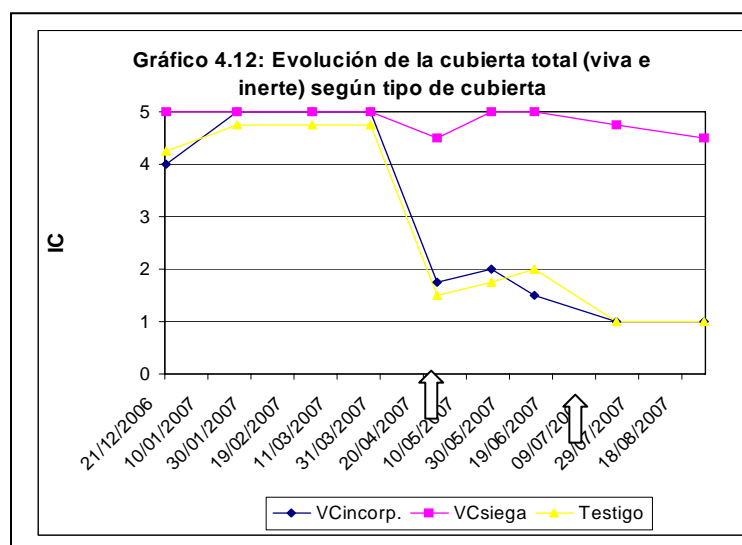


Foto 1: Aspecto de la cubierta el día 16 de abril de 2007, 10 días antes de eliminar la cubierta



Fotos 2 y 3: Aspecto de las cubiertas el día 6 de junio de 2007, nueve semanas después del primer control de la cubierta. Cubierta segada y cubierta labrada.



Fotos 4 y 5: Aspecto de las cubiertas el día 18 de julio de 2007, unas tres semanas después de la eliminación de la cubierta. Cubierta labrada y cubierta segada.



Fotos 5-10. Aspecto de la cobertura vegetal en los distintos tratamientos en el mes de Noviembre, siete semanas después de la siembra.



Fotos 5 y 6: Cubierta sembrada con veza incorporación



Fotos 7 y 8: Cubierta vegetal espontánea



Fotos 9 y 10: Cubierta sembrada con veza siega

Índice de Shannon

El levantamiento florístico de las distintas cubiertas muestra la gran riqueza específica que contienen todas las parcelas (Tabla 4.13), y la poca variabilidad que presenta esta composición general en los distintos tratamientos evaluados, no encontrándose diferencias significativas entre ellos, aunque se repite un índice de Shannon ligeramente superior para las parcelas con veza incorporada tal como sucedió el año anterior.

En el ensayo realizado en 2006 para la determinación del índice de Shannon se ponía de manifiesto el enriquecimiento florístico de la cubierta respecto a 2005, y este año vuelve a ser evidente, pasando de 70 a 87 registros distintos. Por un lado aumenta la presencia de hemicriptófitos rosulados que no se habían podido identificar en años anteriores

como *Taraxacum sp.*, *Cichorium sp.* o *Leontodon longirostris*. También aparece un número importante de nuevas especies de escasísima presencia como *Asterolinum linum-stellatum*, *Bifora testiculata*, *Eruca vesicaria*, *Urospermum picroides*, *Anchusa undulata* y otras. Cabe destacar la presencia con los años de un mayor número de especies del género *Bromus*, así frente a los años anteriores aparecen: *B. sterilis* y *B. tectorum*. Por otro lado, encontramos un continuo aumento del número de especies leguminosas que ha pasado de ser de 8 en 2005 a 14 en 2007; respecto a 2006 aparecen *Trifolium hirtum*, *Trifolium scabrum*, y *Scorpirus muricatus*, este hecho reafirma la sospecha de que como más madura y estable es una cubierta contiene un mayor número de leguminosas (Hernández et al., 2007). La entrada de estas especies podría explicarse porque la finca de ensayo colinda con otra también ecológica que mantiene una cubierta natural, manejada con siega desde hace años, en la que se han dejado semillar parches de leguminosas naturales que se extienden hacia las parcelas vecinas que reúnen condiciones similares. También es un hecho que a medida que este agroecosistema se estabiliza, aumenta la biodiversidad en general, dejándose ver todo tipo de animales, pájaros e insectos, que sin duda contribuyen a la dispersión de semillas de un lugar a otro y promueven la instalación de nuevas especies. También resulta fácil imaginar la entrada de especies de otros ecosistemas muy cercanos, como el bosque, ya que las parcelas próximas a este ecosistema natural son las que presentan una mayor diversidad de especies año tras año.

Tabla 4.13: Número medio de especies e índice de Shannon por tratamiento.

	V incorporada	Testigo	V siega
Nº de especies	55,5 ^a	50,25 ^a	54 ^a
Índice de Shannon	1,23 ^a	1,18 ^a	1,21 ^a
Log N	3,6	3,8	3,5

Separación de medias por intervalos LSD (nivel de significación: P<0.05)

Fotos 11 y 12: Detalle de la cubierta el día 6 de junio de 2007



Composición de la cubierta

La mayoría de especies que se recuentan para obtener este índice de biodiversidad de Shannon tienen fenología primaveral, quedando fuera las de germinación más tardía. Además de las 87 especies muestreadas para determinar el índice de Shannon y Wiener, aparecen otras arvenses acompañantes presentes en las parcelas de ensayo que no se contaron durante el levantamiento al no caer nunca dentro del cuadro de conteo que se lanza al azar para el cálculo del indicador. Estas especies acompañantes forman parte de la biodiversidad de la cubierta y se encuentran clasificadas en la Tabla 4.14. Teniendo en cuenta el gran sesgo estacional en la diversidad florística que sucede cuando se realiza un levantamiento en una época concreta como es este caso, se añade una tercera clasificación en la Tabla 4.14 en la que aparecen las arvenses presentes durante el

segundo corte de la cubierta, en el mes de junio, muchas de ellas representantes de la flora estival.

Tanto las especies acompañantes como las que aparecen en verano no cuentan con datos de abundancia o frecuencia, sólo se recoge su presencia. Por todo esto, el inventario resulta en un número total de arvenses identificadas de 98, este número es cercano a las especies identificadas en otros levantamientos florísticos en olivar en Andalucía (Pujadas Salvà, 1986 y Sánchez, 2004).

Tabla 4.14: Inventario florístico de las parcelas de ensayo

FLORA 1er CORTE/ABRIL (SHANNON)		
	CARYOPHYLLACEAE	GRAMINEAE
APIACEAE	32.- <i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	62.- <i>Avena sterilis</i>
1.- <i>Bifora testiculata</i>	33.- <i>Cerastium glomeratum</i> .	63.- <i>Bromus diandrus</i>
ASTERACEAE	34.- <i>Herniaria cinerea</i>	64.- <i>Bromus matritensis</i>
2.- <i>Anacyclus clavatus</i>	35.- <i>Holosteum umbela</i>	65.- <i>bromus rubens</i>
3.- <i>Andryala</i> sp.	36.- <i>Minuartia hybrida</i>	66.- <i>Bromus sterilis</i>
4.- <i>Anthemis arvensis</i>	37.- <i>Silene colorata</i>	67.- <i>Bromus tectorum</i>
5.- <i>Calendula arvensis</i>	38.- <i>Silene vulgaris</i>	68.- <i>Cynodon dactilon</i>
6.- <i>Carduus picnocephalus</i>	39.- <i>Stellaria media</i>	69.- <i>Hordeum murinum</i>
7.- <i>Carduus tenuiflorum</i>	40.- <i>Vaccaria</i> sp.	70.- <i>Hordeum vulgare</i>
8.- <i>Centaurea melitensis</i>	CONVOLVULACEAE	71.- <i>Lolium rigidum</i>
9.- <i>Cichorium intybus</i>	41.- <i>Convolvulus arvensis</i>	72.- <i>Poa annua</i>
10.- <i>Crepis vesicaria</i> .	42.- <i>Convolvulus meonanthus</i>	73.- <i>Triticum aestivum</i>
11.- <i>Filago pyramidata</i> .	EUPHORBIACEAE	LAMIACEAE
12.- <i>Hedipnois cretica</i>	43.- <i>Euphorbia helioscopia</i>	74.- <i>Lamium amplexicaule</i>
13.- <i>Lactuca serviola</i>	FABACEAE	MALVACEAE
14.- <i>Leontodon longirostris</i>	44.- <i>Astragalus stella</i>	75.- <i>Malva nicaensis</i>
15.- <i>Raghadolus stellatus</i>	45.- <i>Coronilla scorpioides</i>	PAPAVERACEAE
16.- <i>Senecio vulgaris</i>	46.- <i>Hippocrepis</i> sp.	76.- <i>Papaver</i> sp.
17.- <i>Sonchus oleraceus</i>	47.- <i>Lathyrus</i> sp.	PRIMULACEAE
18.- <i>Taraxacum</i> sp.	48.- <i>Medicago minima</i>	77.- <i>Anagalis</i> sp.
19.- <i>Tragopogon crocifolius</i>	49.- <i>Medicago polimorpha</i>	78.- <i>Asterolinon linum-stellatum</i>
20.- <i>Urospermum picroides</i>	50.- <i>Melilotus sulcata</i>	RESEDACEAE
BORRAGINACEAE	51.- <i>Ononis</i> sp.	79.- <i>Reseda</i> sp.
21.- <i>Anchusa undulada</i>	52.- <i>Scorpirus muricatus</i>	RUBIACEAE
22.- <i>Lithospermum arvense</i>	53.- <i>Trifolium hirtum</i>	80.- <i>Gallium</i> sp.
BRASSICACEAE	54.- <i>Trifolium scabrum</i>	SCROPHULARIACEAE
23.- <i>Alyssum simplex</i>	55.- <i>Trifolium tomentosum</i>	81.- <i>Bellardia trixago</i>
24.- <i>Brassica</i> sp.	56.- <i>Trigonella nospeliata</i>	82.- <i>Linaria amethystea</i>
25.- <i>Capsella bursa-pastoris</i>	57.- <i>Vicia sativa</i>	83.- <i>Linaria micrantha</i>
26.- <i>Coronopus didymus</i>	FUMARIACEAE	84.- <i>Parentucelia latifolia</i>
27.- <i>Diplotaxis virgata</i>	58.- <i>Fumaria officinalis</i>	85.- <i>Verónica hederifolia</i>
28.- <i>Eruca vesicaria</i>	59.- <i>Fumaria parviflora</i>	86.- <i>Verónica pérsica</i>
29.- <i>Hirschfeldia incana</i> .	GERANIACEAE	VALERIANACEAE

30.- <i>Neslia paniculada</i>	60.- <i>Erodium malacoides</i>	87.- <i>Valerianella sp.</i>
31.- <i>Sysimbrium orientale</i>	61.- <i>Geranium molle</i>	
ACOMPAÑANTES		
BORRAGINACEAE	A.90.- <i>Psolarea bituminosa</i>	URTICACEAE
A.88.- <i>Echium plantagineum</i>	A.91.- <i>Vicia monantha</i>	A.93.- <i>Urtica urens</i>
FABACEAE	GERANIACEAE	
A.89.- <i>Medicago orbicularis</i>	A.92.- <i>Erodium cicutarium</i>	
FLORA 2º CORTE/ JUNIO (PRESENCIA)		
ASTERACEAE	CHENOPODIACEAE	MALVACEAE
<i>Centaurea melitensis</i>	96.- <i>Chenopodium album*</i>	<i>Malva nicaensis</i>
<i>Lactuca serriola</i>	CONVOLVULACEAE	POLYGONACEAE
<i>Sonchus oleraceus</i>	<i>Convolvulus arvensis</i>	97.- <i>Poligonum aviculare*</i>
AMARANTHACEAE	CYPERACEAE	RESEDACEAE
94.- <i>Amaranthus blitoides*</i>	<i>Cyperus sp.</i>	<i>Reseda sp.</i>
BORRAGINACEAE	GRAMINEAE	SOLANACEAE
95.- <i>Heliotropium europaeum*</i>	<i>Avena sterilis</i>	98.- <i>Solanum nigrum*</i>
<i>Echium plantagineum</i>	<i>Sorghum halepense</i>	

Las especies inventariadas corresponden a 25 familias botánicas. La diferencia con el año anterior, en el que sólo se identificaron 18 familias, responde fundamentalmente a que esta vez se incluyen en el inventario tanto las especies como las familias identificadas durante el verano (Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Cyperaceae, Polygonaceae y Solanaceae) señaladas con un asterisco en la Tabla 4.14.

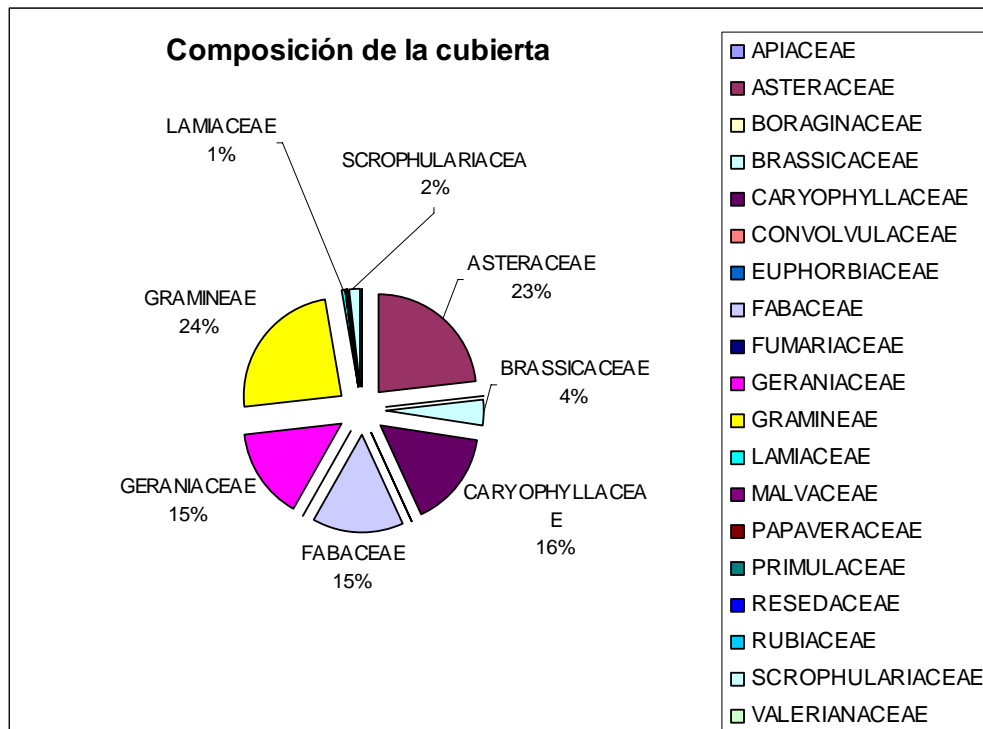
Los gráficos siguientes (4.13, 4.14, 4.15 y 4.16) muestran la composición familiar de la cubierta. Partiendo del hecho de que no se obtienen diferencias por tratamiento en cuanto a la biodiversidad específica presente, el primer gráfico nos da una idea de la composición media de las cubiertas ensayadas donde se puede observar un buen equilibrio entre las principales familias botánicas presentes; por orden aparecen las gramíneas, las compuestas, las cariofiláceas, las leguminosas, las geraniáceas, las crucíferas, las escrofulariáceas y lamiáceas. Las dos últimas familias son menos abundantes pero los géneros *Veronica* y *Lamium* están presentes en el 95% de la superficie muestreada.

En el levantamiento de los distintos inventarios nos encontramos con un grupo de especies que se encuentran presentes en todos los tratamientos: *Alyssum simplex*, *Andryala sp.*, *Anthemis arvensis*, *Bromus sp.*, *Capsella bursa-pastoris*, *Centaurea melitensis*, *Erodium cicutarium*, *Hordeum murinum*, *Linaria micrantha*, *Lolium rigidum*, *Medicago minima*, *Medicago polymorpha*, *Minuartia hybrida*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus oleraceus*, *Stellaria media* y *Veronica hederifolia*.

Es interesante analizar la composición de la cubierta testigo en el Gráfico 4.14 ya que da idea de la evolución de la cubierta vegetal natural y de su estructura ya que no se siembra leguminosa. De este modo, respecto a la cubierta media (Gráfico 4.13), las leguminosas presentes en este caso se reducen a un 6% al tratarse de leguminosas naturales solamente. Las gramíneas suponen un 10% más en este tratamiento, esto es debido a que nos encontramos ante una asociación vegetal natural con características propias del orden Brometalia rubenti-tectori (*Avena sterilis*, *Bromus diandrus*, *B. madritensis*, *B. rubens*, *B. tectorum*, *Lolium rigidum*) según Rivas Godoy & Rivas-Mart, 1963, con vegetación terofítica subnitrófila mediterránea de floración primaveral, donde

las gramíneas de menor talla formarían a la larga parte de un pasto sobre suelo calizo. Al aumentar el contenido de nitrógeno se enriquece con gramíneas de mayor porte como las diferentes especies de *Bromus sp.* (García Fuentes et al, 2005).

Gráfico 4.13: Composición familiar media de las cubiertas ensayadas



La cubierta sembrada con veza y segada muestra ciertas diferencias significativas con el resto de tratamientos (Gráfico 4.15), de este modo, las compuestas, gramíneas y geraniáceas se encuentran en este tratamiento en una proporción significativamente mayor al resto. La diferencia más palpable entre la cubierta segada y el resto de tratamientos es el fuerte aumento de *Erodium sp.* en el manejo con siega. Esta especie es un terófito rosulado y este biotipo se ve propiciado por el hecho de no mover el suelo.

La principal diferencia de la cubierta con veza incorporada en relación al resto de tratamientos en cuanto a su composición florística es la cantidad de leguminosas presentes, que suponen en este caso un 25%, debido a la siembra de veza que logra ocupar el terreno de forma uniforme. Esta siembra parece desplazar, respecto a los demás tratamientos, a las gramíneas, geraniáceas y a las brasicáceas presentes en relación a la cubierta testigo.

Gráfico 4.14: Composición familiar de la cubierta natural

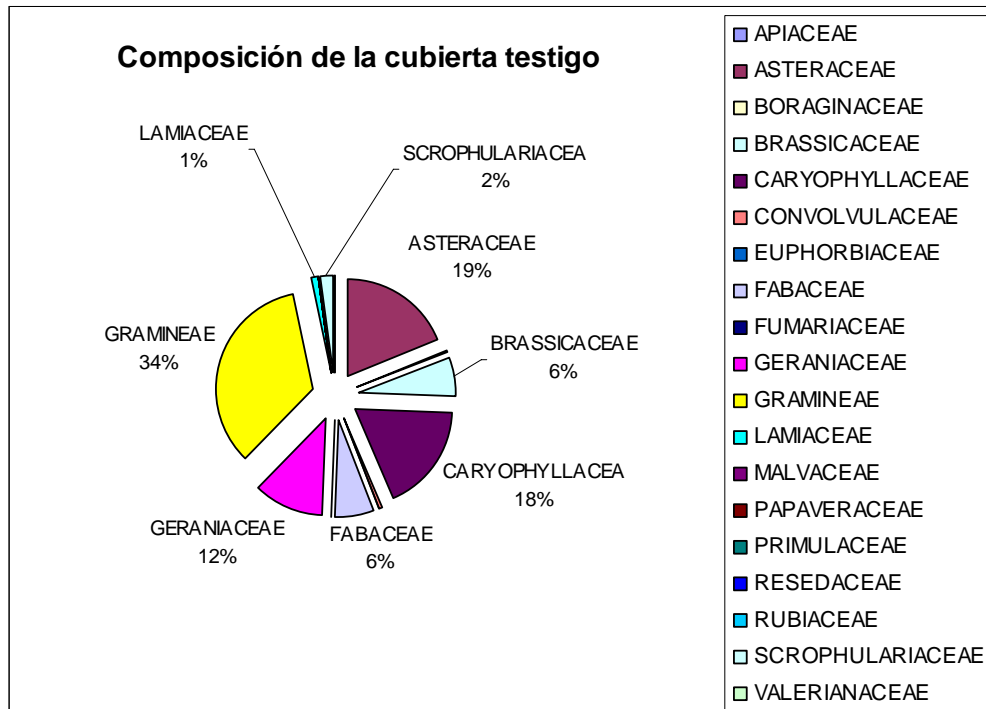


Gráfico 4.15: Composición familiar de la cubierta veza siega

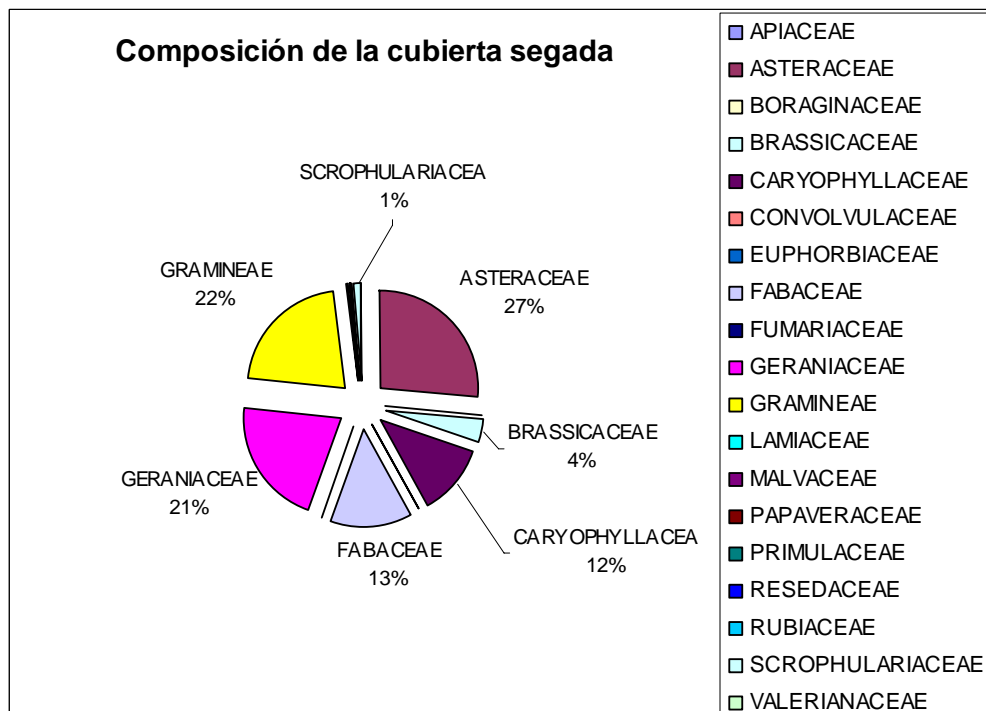
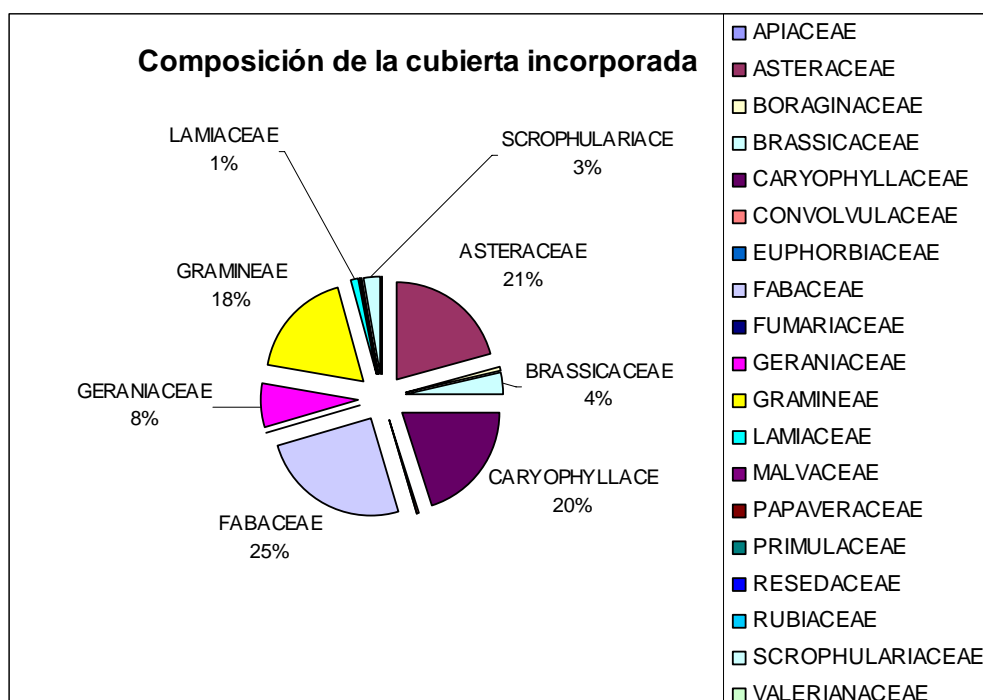


Gráfico 4.16: Composición familiar de la cubierta veza incorporación

El total de hierbas por superficie es significativamente mayor en el tratamiento con veza sembrada y segada, esto es por la mayor abundancia de individuos de especies compuestas, gramíneas y geraniáceas presentes. Las compuestas son significativamente más abundantes en la cubierta sembrada con leguminosa y segada. En concreto, la especie *Centaurea melitensis* es el doble de abundante en este tratamiento, ya que se ve favorecida al no mover el suelo y encontrarse en fase de plántula cuando se procede al control, escapando al desbroce y contribuyendo a engrosar el banco de semillas del suelo. Esta especie de porte medio compite por el espacio eficazmente y es típica de suelos pastoreados (compactados y segados a diente). La presencia de gramíneas es también mayor en la cubierta con veza y segada, esto puede deberse a la capacidad de rebrote tras la siega de las especies de esta familia, al contenido de nitrógeno en el suelo y a que la veza no ocupa mucho el suelo por no ser enterrada su semilla, de ahí que en las cubiertas incorporadas su presencia sea significativamente menor. La siega es el control que conlleva una mayor abundancia de *Medicago sp.*, concretamente la especie *Medicago polymorpha*, esto se debe a que su porte rastrero le permite escapar a la altura de corte, pudiendo llegar a semillar y engrosar el banco de semillas del suelo.

Por tanto, las técnicas de control empleadas influyen en la composición florística de las distintas cubiertas, haciendo dominantes (abundancia y frecuencia) a unas u otras especies. Así, en la cubierta sembrada e incorporada (tratamiento 2) las especies dominantes en orden descendente son: *Vicia sativa*, *Stellaria media*, *Bromus sp.* y *Erodium cicutarium* mientras que en las cubiertas sembradas y segadas (tratamiento 1) las especies dominantes son: *Erodium cicutarium*, *Centaurea melitensis*, *Bromus sp.* y *Vicia sativa*. En el caso de la cubierta testigo (tratamiento 3) dominan *Bromus sp.*, *Erodium cicutarium*, *Stellaria media* y *Hordeum murinum*. *Erodium cicutarium* y *Centaurea melitensis* son especies características de la clase *Ruderali-Secalietae* (Br.-Bl. 1936 en Conesa, 1997) y de las comunidades ruderales y nitrófilas, esto coincide con el mayor contenido de nitrógeno presente en los suelos con cubierta sembrada.

Tabla 4.15: Abundancia de algunas familias y especies importantes en la fecha de evaluación del Índice de Shannon (n° de individuos/m²)

	ESTUDIO 2006-2007		
	V incorp.	Testigo	V siega
Total hierbas	1.231,3 ^b	1.147,9 ^b	2.036,9 ^a
Compuestas	257,35 ^b	218,25 ^b	540,42 ^a
Crucíferas	44,57 ^a	71,75 ^a	75,85 ^a
Leguminosas	307,17 ^a	72,58 ^b	268,5 ^a
Gramíneas	222,5 ^b	395,53 ^a	441 ^a
Cariofiláceas	247,58 ^a	208,42 ^a	235,16 ^a
Geraniáceas	92,5 ^a	135,92 ^a	432,3 ^a
<i>Stellaria media</i>	170,08 ^a	65,92 ^a	82,6 ^a
<i>Senecio vulgaris</i>	98,5 ^a	19,82 ^a	81,85 ^a
<i>Centaurea melitensis</i>	47,25 ^b	43,5 ^b	240,75 ^a
<i>Alyssum simplex</i>	28,17 ^a	35,85 ^a	53,175 ^a
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	10,57 ^a	11,42 ^a	9,57 ^a
<i>Medicago polymorpha</i>	15,6 ^b	8,67 ^b	43,77 ^a
<i>Medicago minima</i>	52,33 ^a	39,75 ^a	100,42 ^a

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

Tabla 4.16: Abundancia relativa de las especies más abundantes (del 5 al 25%)

	V incorporada	Testigo	V siega
<i>Erodium</i>	0,073 ^a	0,1203 ^a	0,1893 ^a
<i>Bromus</i>	0,0883 ^a	0,1795 ^a	0,1107 ^a
<i>Stellaria media</i>	0,1233 ^a	0,1063 ^a	0,042 ^a
<i>Centaurea melitensis</i>	0,04 ^b	0,0473 ^b	0,123 ^a
<i>Senecio vulgaris</i>	0,0763 ^a	0,062 ^a	0,0738 ^a
<i>Hordeum</i>	0,0698 ^a	0,092 ^a	0,044 ^a
<i>Alyssum simplex</i>	0,0573 ^a	0,0805 ^a	0,0405 ^a
<i>Calendula arvensis</i>	0,0298 ^a	0,0193 ^a	0,0148 ^a
<i>Medicago minima</i>	0,0458 ^a	0,0395 ^a	0,0455 ^a
<i>Holosteum umbella</i>	0,0228 ^a	0,0233 ^a	0,0105 ^a
<i>Andryala sp.</i>	0,029 ^a	0,0255 ^b	0,0308 ^a

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

Tabla 4.17: Frecuencia relativa de las especies más abundantes (del 5 al 25%)

	V incorporada	Testigo	V siega
<i>Erodium</i>	0,9375 ^a	1 ^a	1 ^a
<i>Bromus</i>	1 ^a	0,9375 ^a	1 ^a
<i>Stellaria media</i>	1 ^a	0,79 ^b	0,9375 ^a
<i>Centaurea melitensis</i>	0,98 ^a	0,96 ^a	1 ^a
<i>Senecio vulgaris</i>	0,75 ^a	0,77 ^a	0,7275 ^a
<i>Hordeum</i>	0,8325 ^a	0,9575 ^a	0,875 ^a
<i>Alyssum simplex</i>	0,855 ^a	0,855 ^a	0,7717 ^a
<i>Calendula arvensis</i>	0,73 ^a	0,5625 ^{ab}	0,4375 ^b
<i>Medicago mínima</i>	0,9575 ^a	0,98 ^a	0,9793 ^a
<i>Holosteum umbella</i>	0,335 ^a	0,5225 ^a	0,5418 ^a
<i>Andryala sp.</i>	0,8525 ^a	0,645 ^b	0,8768 ^a

Separación de medias por intervalos LSD (nivel de significación: P<0.05)

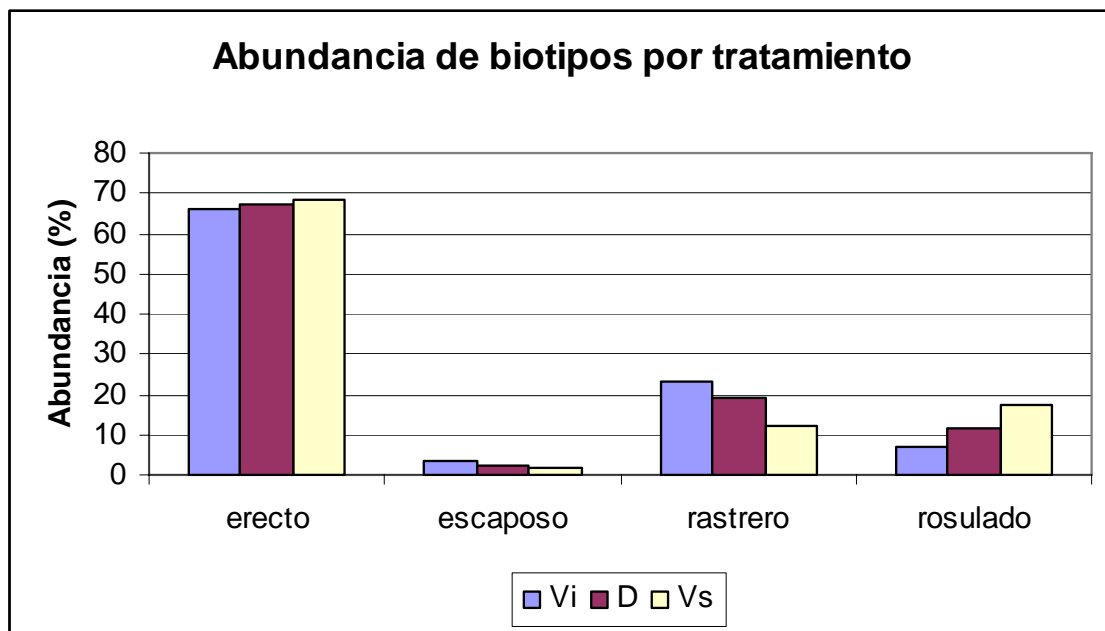
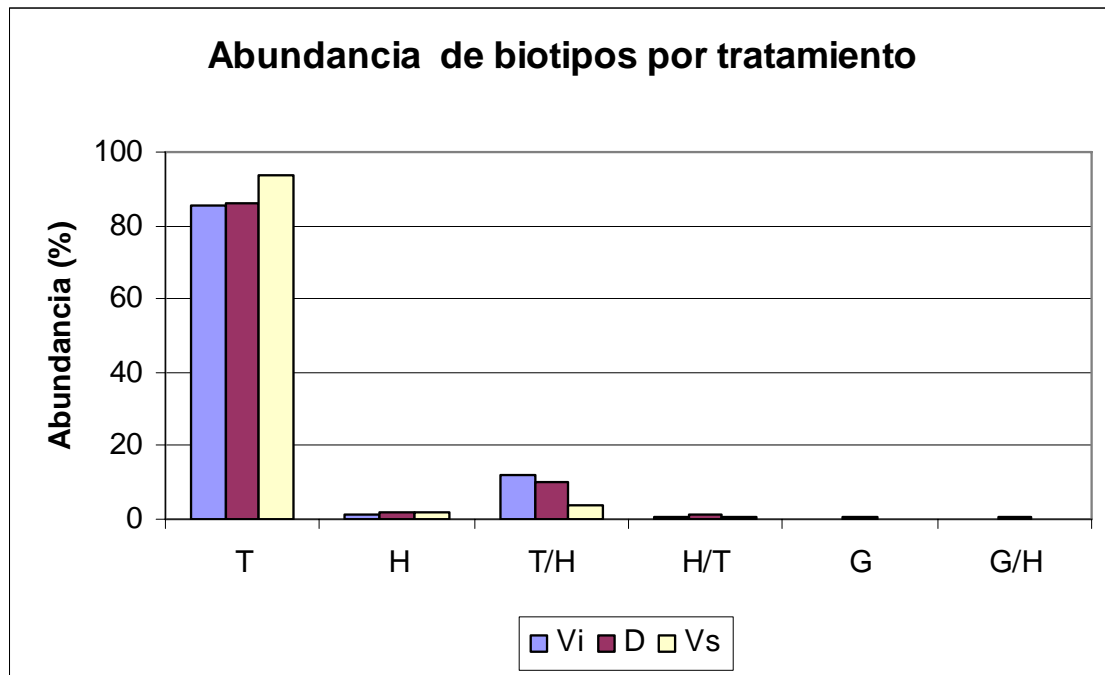
La especie más abundante y frecuente en el tratamiento de veza incorporada es *Stellaria media*, esta especie se ve favorecida por la humedad; en el tratamiento testigo la más abundante es *Bromus sp.* que es dominante de forma natural, y para las parcelas segadas es *Erodium sp.*, presumiblemente por la compactación del suelo.

ANÁLISIS POR BIOTIPOS

Los datos analizados hasta ahora evidencian la estrecha relación que existe entre las técnicas culturales utilizadas y la tipología de las comunidades arvenses. En este sentido Conesa (1997) expone que las siegas en los frutales de riego favorecen a las especies hemicriptófitas y rastreras y la siembra directa en cereales de secano favorece la implantación de especies subnitrófilas de los márgenes de los campos y caminos y una sustitución de las especies anuales por plantas del tipo geófitos y hemicriptófitos. En cualquier caso, la menor perturbación del suelo conlleva una inversión de flora que va encaminada a dotar de mayor complejidad y estabilidad a estas comunidades arvenses.

En nuestro caso, el hecho de pasar el cultivador parece favorecer la abundancia de terófitos/hemicriptófitos rastreros, concretamente la cariofilácea *Stellaria media*, que representa un 50% y un 52% de las especies rastreras presentes en el tratamiento con veza incorporada y testigo respectivamente, mientras que para la cubierta segada esta especie solo representa un 4%, el mismo porcentaje que la rastrera más abundante para este tratamiento que es *Medicago minima*. La mayor humedad presente en los tratamientos 2 y 3 favorece la presencia de *Stellaria media*, así como el suelo removido, ya que se caracteriza por pertenecer a comunidades típicas de sembrados anuales y lugares antropizados. Otra especie rastrera que se ve favorecida por el laboreo es *Convolvulus arvensis*.

Gráficos 4.17 y 4.18: Abundancia de biotipos presentes en cada tratamiento ensayado en la fecha de evaluación del índice de Shannon

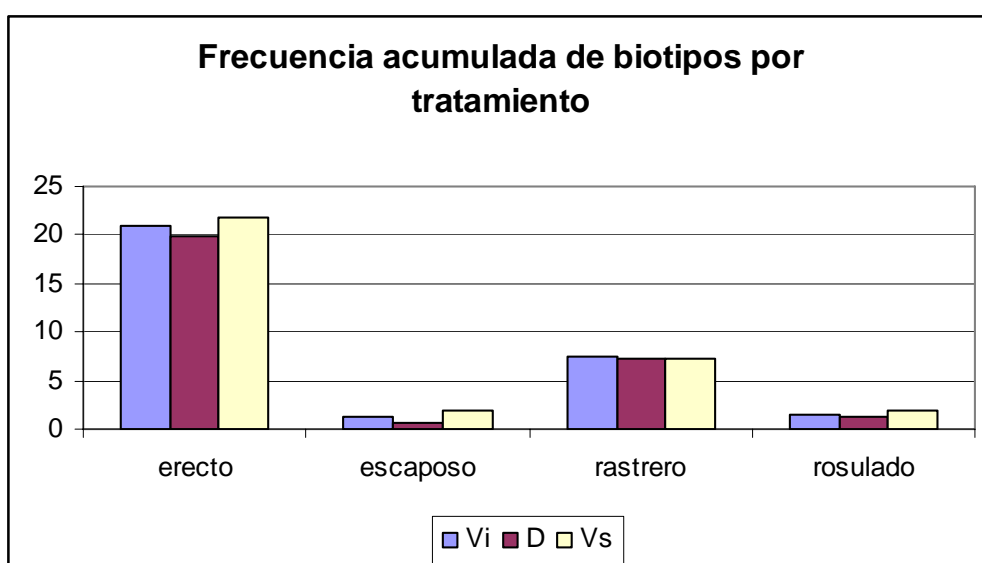
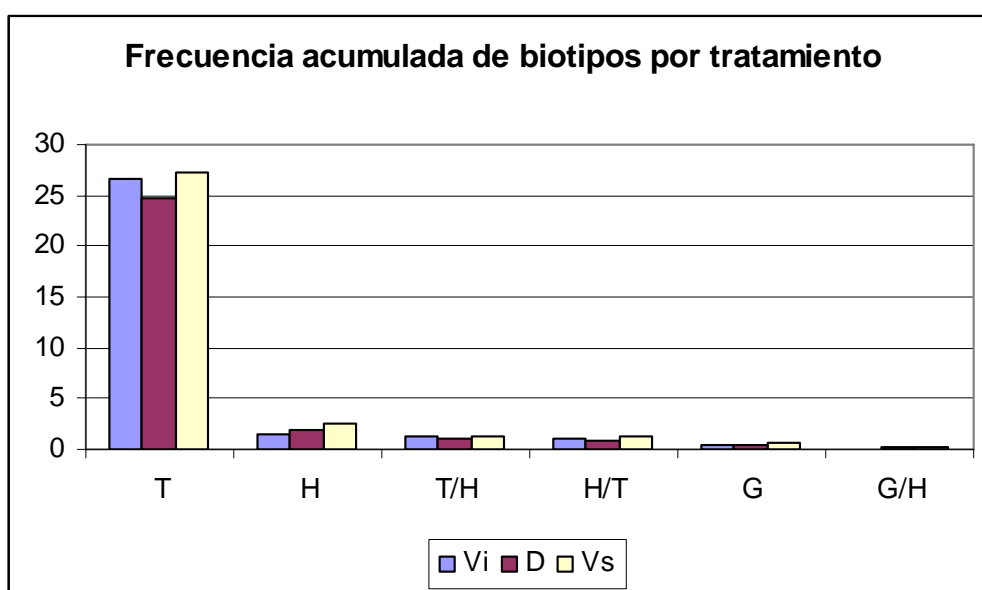


La siega y el hecho de no mover el suelo parece favorecer la abundancia de terófitos/hemicriptófitos/geófitos rosulados, concretamente la geraniácea *Erodium cicutarium*, y las asteráceas *Leontodon longirostris* y *Cichorium intybus* que representan en las cubiertas segadas una abundancia un 12% mayor en especies rosuladas que las presentes en las cubiertas labradas. La abundancia de *Erodium cicutarium* es, en la cubierta con veza segada, más del doble de lo que representa en la cubierta con veza incorporada. Esta especie tiene una floración que abarca desde marzo hasta octubre y forma una roseta basal que escapa a la altura de la desbrozadora en sus primeros estadios de desarrollo, la presencia continua de rosetas jóvenes implica que aún no han

semillado cuando se elimina la cubierta y tras el control contribuyen a engrosar el banco de semillas del suelo. También parece que *Erodium* tiene una gran facilidad de rebrote y recuperación tras el control, probablemente por la reserva de nutrientes almacenados en su raíz carnosa que en algunos individuos se engorda y adquiere aspecto napiforme. La mayor abundancia de hemicriptófitos en las cubiertas segadas se debe a la presencia de especies como *Herniaria cinerea*, *Silene vulgaris* y *Tragopogon crucifolius*. *Herniaria cinerea* es un hemicriptófito rastrero muy pequeño que escapa a la altura de corte de la desbrozadora.

Las técnicas de control empleadas en la eliminación de la cubierta parecen favorecer un cambio en la composición florística, así la labor superficial favorecería a los terófitos/hemicriptófitos rastreros, mientras que la siega favorece a los terófitos, hemicriptófitos y geófitos escaposos y rosulados.

Gráfico 4.19 y 4.20: Frecuencia acumulada de biotipos presentes en cada tratamiento ensayado en la fecha de evaluación del índice de Shannon



Además de las técnicas empleadas para el control de la cubierta, la composición florística de los distintos tratamientos también responde a factores como la humedad del terreno, la presencia de nitratos y amonio, la siembra de una cubierta vegetal.... La ecología y el hábitat de cada especie, marca límites dentro de las comunidades, que varían y se asocian en función de las condiciones edáficas con que se encuentran. Es por esto que bajo la copa de los olivos encontramos especies con marcado carácter nitrófilo, ruderal y cosmopolita del orden *Chenopodietalia* como *Amaranthus sp.*, *Sorghum halepense*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Cyperus sp.*, típicas de cultivos de regadío, huertas y lugares antropizados. Dentro de este orden se diferencian distintas alianzas, una de ellas, *Silybo-Urticion* tiene como especies características a *Carduus tenuiflorus* y *Carduus pycnocephalus*, en estas asociaciones de lugares húmedos, ruderales y gran presencia de hemicriptófitos, destacarían otras especies como *Hordeum murinum*, *Anacyclus clavatus*, *Lolium rigidum*, *Sonchus oleraceus*, *Bromus diandrus*, *Avena sterilis*, *Papaver roheas* y *Bromus rubens* con especies acompañantes como *Erodium cicutarium*, *Calendula arvensis*, *Hedypnois*, *Crepis vesicaria*, *Centaurea melitensis* y *Convolvulus arvensis*.

Otras especies arvenses típicas de las comunidades vegetales de campos de cereales con marcado carácter anual que se presentan en este olivar y que pertenecen a la clase *Ruderali-Secalietea* son *Papaver roheas*, *Fumaria officinalis*, *Hordeum murinum*, *Bromus sp* y *Euphorbia helioscopia*. Dentro del orden *Secalionea cerealis* encontramos la asociación *Roemerio-Hypocoetum penduli* muy extendida por el sur de la península.

La dinámica sucesional de las arvenses presentes en este olivar está directamente relacionada con los usos que se le ha ido dando a este suelo a través de los años. Unos 20 años atrás, esta zona era cerealística y todavía hay fincas cercanas dedicadas al cereal, con presencia de arvenses adaptadas al ciclo del cereal y al arado del suelo. Hace 17 años la finca estaba dedicada al pastoreo de la cubierta espontánea lo que sin duda seleccionó aquellas especies propias de un pastizal terofítico, aumentando las especies hemicriptófitas. En la actualidad y tras años de olivar con cubierta, parece que las especies presentes dibujan una comunidad vegetal que a rasgos generales se asemeja a la vegetación arvense de los frutales de secano, a la alianza *Diploaxion erucoidis*.

En cualquier caso, todavía es pronto para hablar de una inversión florística ya que no se han encontrado diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a abundancia y frecuencia para la mayoría de las especies.

5. CONCLUSIONES

Los cambios realizados en la siembra de la veza (enterrado en el caso del tratamiento 2 y esparcido antes de la siega en primavera, en el tratamiento 1) han mejorado la germinación de la veza. Como en dos de los tres años anteriores de ensayo, con precipitación media o alta, existieron diferencias significativas de biomasa fresca y seca producida respecto al testigo.

El contenido de agua en el suelo, es igual o superior en los tratamientos con veza sembrada (trat. 1 y 2) 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. No obstante, en mayo-junio, la situación se revierte en el tratamiento 1. El consumo de agua es más alto por el mayor rebrote de flora que se da en las parcelas segadas (p.e. gramíneas), y de especies que escapan a la desbrozadora por ser rosuladas o por estar en fase de plántula en el momento del desbroce (*Centaurea melitensis*). Por todo ello, la mejor opción en relación al agua parece ser el tratamiento 2 de cubierta con veza e incorporación al suelo.

En cuanto a la calidad nutricional de la cubierta, se ha obtenido diferencia significativa en la riqueza de proteína bruta, relacionada con el contenido de biomasa de veza en la misma. Fue máxima para el tratamiento 2 y mínima para el testigo. Este aspecto, unido a la diferencia significativa de biomasa seca, que es máxima para los tratamientos 1 y 2, y mínima para el testigo da lugar a una capacidad de carga ganadera muy distinta. Así, una hectárea de olivar con cubierta de veza incorporada podría soportar 31 ovejas ó 49 ovejas con un suplemento de paja de unos 723 Kg. La cubierta con veza segada puede soportar una carga de 30 ovejas ó 42 con un suplemento de 453 Kg de paja. Por último, la cubierta natural mantendría 22 ovejas, ó 26 con un suplemento de 156 Kg de paja.

En cuanto al valor fertilizante de la cubierta, la mejor implantación de la veza en relación al año anterior ha hecho aparecer mayores diferencias entre cubiertas sembradas y no sembradas. Las sembradas aportan entre 57y 45 kg/ha de nitrógeno (para Vincorp. y V siega respectivamente), mientras que en las cubiertas naturales, el nitrógeno contenido en la parte aérea ha sido de 29 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 suelos, lluvia y condiciones de implantación de la cubierta sembrada de veza, además el nitrógeno aportado por las cubiertas ensayadas está infravalorado ya que no se ha tenido en cuenta el sistema radicular de la cubierta.

La cobertura vegetal viva del suelo este cuarto año (2006-2007) adelanta su crecimiento respecto al año anterior y difiere entre tratamientos. Desde diciembre hasta el primer control, la veza segada siempre se encuentra por delante cubriendo el suelo, seguida de la cubierta con veza incorporada y, siempre por detrás, el tratamiento testigo. Tras el primer control de la cubierta segada y en mayo y hasta el mes de junio, es mucho mayor la cobertura de la parcela segada, siendo en años secos como éste un aspecto negativo para el olivar. Tras el segundo control, la cobertura de todos los tratamientos ensayados no logra recuperarse debido a las altas temperaturas y la falta de agua.

La cobertura vegetal viva desarrollada este año hubiera sido suficiente para controlar en gran parte la erosión ante fenómenos de lluvia intensa primaverales. Para todos los tratamientos se alcanza el índice 3 de cobertura ya en el mes de diciembre, más de un 60% de suelo cubierto. En el mes de marzo las cubiertas sembradas cubren ya un 90%-100% de la superficie, lo que no sucede en el testigo, que se mantiene entorno al 80%,

una cobertura eficaz frente a la erosión. Los restos inertes presentes en las parcelas con siega perduran durante todos los meses en que se ha realiza el muestreo, manteniéndose siempre entorno al índice de cobertura 5. Por ello, ésta sería la cubierta que ofrecería una mayor protección al suelo frente a la erosión.

La estructura florística media de las cubiertas revela un buen equilibrio entre las principales familias botánicas presentes. Por orden aparecen las gramíneas, las compuestas, las cariofiláceas, las leguminosas, las geraniáceas, las crucíferas, las escrofulariáceas y lamiáceas. En el levantamiento de los distintos inventarios nos encontramos con un grupo de especies que se encuentran presentes en todos los tratamientos: *Alyssum simplex*, *Andryala sp.*, *Anthemis arvensis*, *Bromus sp.*, *Capsella bursa-pastoris*, *Centaurea melitensis*, *Erodium cicutarium*, *Hordeum murinum*, *Linaria micrantha*, *Lolium rigidum*, *Medicago minima*, *Medicago polymorpha*, *Minuartia hybrida.*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus oleraceus*, *Stellaria media* y *Veronica hederifolia*. Pero cada manejo presenta diferentes especies dominantes, esto es, cada cubierta presenta una estructura funcional distinta que responde a las técnicas de control utilizadas (presencia o no de veza y siega o incorporación). De este modo, la especie más abundante y frecuente en el tratamiento de veza incorporada es *Stellaria media* ya que esta especie se ve favorecida por la humedad y el labrado del suelo; en el tratamiento testigo la más abundante es *Bromus sp.* que es dominante de forma natural, y para las parcelas segadas es *Erodium sp.*, terófito rotulado que escapa al desbroce.

En el ensayo realizado en 2006 para la determinación del índice de Shannon se ponía de manifiesto el enriquecimiento florístico de la cubierta respecto a 2005, y este año vuelve a ser evidente, pasando de 70 a 87 registros distintos. Por un lado, aumenta la presencia de hemicriptófitos rosulados y, entre otras, cabe destacar la presencia con los años de un mayor número de especies del género *Bromus*, así frente a los años anteriores aparecen: *B. sterilis* y *B. tectorum*. Por otro lado encontramos un continuo aumento del número de especies leguminosas que ha pasado de ser de 8 en 2005 a 14 en 2007; respecto a 2006 aparecen *Trifolium hirtum*, *Trifolium scabrum* y *Scorpirus muricatus*.

Todas las cubiertas contienen una diversidad específica alta, pero es la cubierta segada la que presenta un mayor porcentaje de individuos pertenecientes a las familias de las compuestas, gramíneas y geraniáceas respecto a los tratamientos con incorporación. En cuanto a las especies más abundantes en el complejo florístico, destaca el caso de *Centaurea melitensis* y *Medicago sp.* 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. También los medicagos parecen verse favorecidos por la siega por su hábito de crecimiento rastrero, que favorece el escape a este tipo de control.

6. 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.
- Alfaro Baena, C. 1998. *El repartimiento de Castril. La formación de un señorío en el Reino de Granada*. Asukaria Mediterránea, S.L. Granada.
- 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. 2001. “Desarrollo y situación actual de la agricultura ecológica: elementos de análisis para entender el caso español”. En *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, nº 192, pp. 123-159.
- 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 Mielgo, A.M. y Guzmán Casado, G.I. 2005. “Aspectos productivos y económicos del olivar ecológico”. En *XII Simposium Científico-Técnico Expoliva*. Jaén, 11-14 de mayo de 2005. En prensa.
- Altieri, M.A. 1992. *Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas*. CETAL. Valparaíso.
- Altieri, M.A. 1997. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Edita CLADES/ACAO. La Habana.
- Behrendt S. y Hanf M. 1982. *Le infestanti graminacee delle grandi colture*. Edita BASF.
- 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.
- CAAE, 2005. Informe Agricultura Ecológica en Andalucía. En <http://www.caae.es>. Consultada el día 12 de mayo de 2005.
- Calleja, R. 2000. “Aplicación de la técnica del suelo con cubierta vegetal en un olivar”. En *Vida Rural*, nº 113, pp. 50-51.
- CAP, 2007. 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.
- Conesa i Mor, J.A. 1997. Tipología de la vegetació: anàlisi i caracterització. Ed. Universitat de Lleida. Lleida.
- Delgado, I., Andueza, D., Muñoz, F. y Cardesa, C. 2000. "Elección de la fecha de corte de la veza común en función de la precocidad del cultivar". En *Actas de XLI Reunión Científica de la SEEP. I Foro Iberoamericano de Pastos*. pp. 587-592.
- Domínguez Gento, A., Roselló Oltra, J. y Agudo Saez, A. 2003. Diseño y manejo de la diversidad vegetal en agricultura ecológica. *Cuadernos de agricultura ecológica*. Ed. Phytoma-España. Valencia.
- FAO, 2004. Datos producción mundial de aceite de oliva. En <http://www.fao.org>. Consultada el día 25 de mayo de 2005.
- 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.
- Fertiberia 2005. *Análisis de tierra. Ayuda para la interpretación de resultados*. En www.fertiberia.com/servicios_on_line. Consultada el día 07 de julio de 2005.
- 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.
- 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.
- García Fuentes, A., Cano Ortiz, A., Ruiz, L. y Cano, E. 2005. pastizales desarrollados en los cultivos abandonados de olivar-almendral: identificación de las comunidades y aproximación a su valor pastoral. En *Actas de la XLV Reunión Científica de la SEEP. Sesión: Ecología y Botánica de Pastos*. Gijón 30 de Mayo a 3 de Junio.
- 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.
- 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.
- González de Molina, M. 2001. "Crecimiento agrario y medio ambiente a las puertas del siglo XXI". En *Año 1000, año 2000. Dos milenios en la Historia de España* (vol. II). Ed. Sociedad Estatal España Nuevo Milenio. Madrid. pp. 619-643.
- Gonzálvez, V. 2005. "Evolución y perspectivas de la agricultura ecológica en España". En *Vida Rural*, nº 203, pp. 23-26.
- Guzmán Casado, G.I., González de Molina, M. y Sevilla Guzmán, E. 2000. *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*. Mundi-Prensa. Madrid.
- 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. 2001a. *Manejo de malezas (flora espontánea) en agricultura ecológica*. Boletín nº 4.6/01. Ed. CAAE. Sevilla.
- 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., Serrano Amador, C. y Alonso Mielgo, A.M. 2002. "Productividad del olivar ecológico y convencional del municipio de Colomera (Granada)". En *Actas del V Congreso de la SEAE. I Congreso Iberoamericano de Agroecología, Gijón*. Valencia. pp. 623-632.
- Guzmán, G.I. y Alonso, A.M. 2004a. "Análisis de la sustentabilidad de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada". Presentado en *VI Congreso de la SEAE*, Almería, septiembre de 2004.
- Guzmán, G.I. y Alonso, A.M. 2004b. "Caracterización estructural y tecnológica de la olivicultura ecológica en la provincia de Granada". Presentado en *VI Congreso de la SEAE*, Almería, septiembre de 2004.
- Guzmán Casado, G.I. y Alonso Mielgo, A.M. 2004c. "La sustentabilidad del olivar ecológico". En *Manual de olivicultura ecológica*. Ed. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos (ISEC)-Universidad de Córdoba. Córdoba. pp. 115-138.
- 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.
- Hernández; A.J. Lacasta, C. y Pastor, J. Cubiertas vegetales para un viñedo ecológico en zonas semiáridas. Fundació Càtedra Iberoamericana. Número 4. Colección cursos y conferencias. En www.uib.es consultada el 09/11/2007.

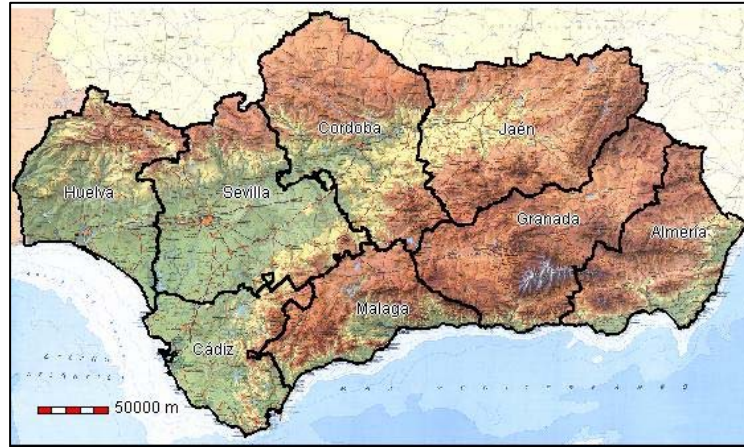
- Hidalgo, J.C. y Pastor, M. 2002. "Fertilización y corrección de deficiencias nutritivas en olivar". En *Vida Rural*, nº 142
- Humanes, M.D. y Pastor, M. 1995. "Comparación de los sistemas de siega química y mecánica para el manejo de cubiertas de veza (*Vicia sativa* L.) en las interlíneas de los olivos". En *Actas del Congreso de la Sociedad Española de Malherbología de 1995*. pp. 235-238.
- IDES (Instituto de Desarrollo Local y Estudios Sociales). 2003. "Estudio Socioeconómico". En *Plan de desarrollo del municipio de Deifontes*. Ed. IDES. Granada.
- IEA (Instituto de Estadística de Andalucía). 2005. Datos población Deifontes. En <http://www.iea.es>. Consultada el día 20 de junio de 2005.
- INRA (Institute National de la Recherche Agronomique). 1989. (Jarrige, R. coord.) *Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables*. Paris
- Jiménez Díaz, R.M. y Lamo de Espinosa, J. 1998. *Agricultura Sostenible*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Labrador Moreno, J. y Altieri, M.A. 2001. *Agroecología y Desarrollo sostenible: una aproximación a los fundamentos agroecológicos para la gestión sustentable de agrosistemas mediterráneos*. Ed. Universidad de Extremadura. Mundi-Prensa. Cáceres-Madrid.
- Labrador, J. 2003. La materia orgánica, base de la fertilización en agricultura ecológica. En *Fundamentos de Agricultura Ecológica*. Ed. Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca. Pp 109-134.
- Lacasta Dutoit, C. 2007. *Agricultura Ecológica en Cereales de Secano*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). 2005. *Estadísticas 1997-2004 de Agricultura Ecológica en España*. Madrid (inéditos).
- MAPA. 2003. *Plan Estratégico para la Producción Ecológica*. <http://www.mapya.es>. Consultado el día 12 de mayo de 2005.
- Mas M.T. y Verdú A.M.C. 2005. Biodiversidad de la flora arvense en cultivos de mandarina según el manejo del suelo en las interfilas. *Boletín Sanidad Vegetal. Plagas*, 31: 231-241.
- 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.
- Navarro, C y Parra, M.A. 2004. "Plantación". En (Barranco, D., Fernández-Escobar, R. y Rallo, L., eds.) *El cultivo del olivo*. pp. 187-227.
- 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 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 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.
- 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. 1987. "Influencia de las malas hierbas sobre la evolución en el contenido de agua en el suelo en olivar de secano". En *Olivae*, nº 28, pp. 32-37.
- 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 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.
- 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. 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.
- Pujadas Salvá, A.J. 1986. *Flora arvense y ruderal de la provincia de Córdoba*. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. pp.129.
- Saavedra, M. 1987. *Estudio de las comunidades de flora arvense (malas hierbas) en el Valle Medio del Guadalquivir*. Tesis Doctoral. ETSIAM. Universidad de Córdoba. pp.129.
- Saavedra, M. y Pastor, M. 2002. *Sistemas de cultivo en olivar: manejo de malas hierbas y herbicidas*. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.
- 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.
- 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.
- Sevilla Guzmán, E. y González de Molina, M. 1993. "Ecología, campesinado e historia. Para una reinterpretación del desarrollo capitalista en la agricultura". En *Ecología, campesinado e historia*. Ediciones La Piqueta. Madrid. pp. 23-129.

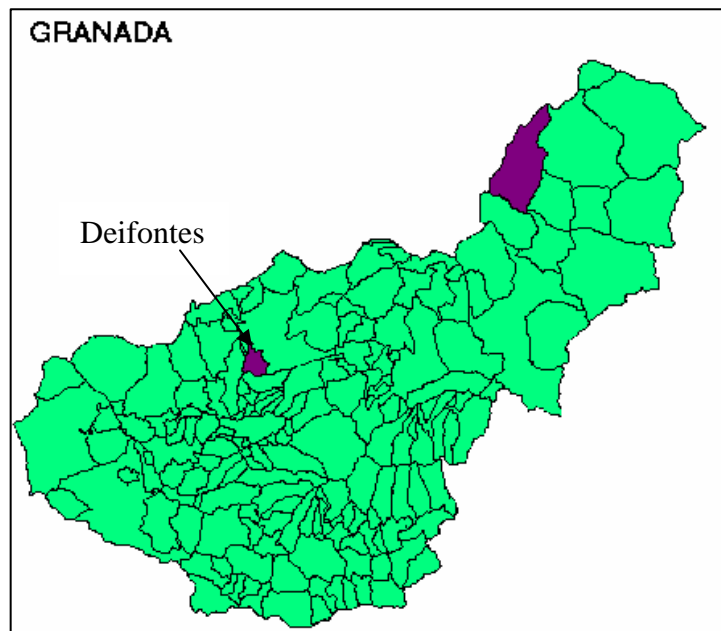
-
- Toledo, V.M. 1993. “La racionalidad ecológica de la producción campesina”. En (Sevilla Guzmán, E. y González de Molina, M.) *Ecología, campesinado e historia*. Ediciones La Piqueta. Madrid. pp. 197-218.
- Valdés, B., Talavera, S. y Fernández-Galiano, E. 1987. *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. Ketres editora. Barcelona.
- Villarías J.L. 1992. *Atlas de malas hierbas*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Woodward, L. 1998. “La agricultura ecológica: una agricultura con futuro”. En (Lampkin, N.) *Agricultura Ecológica*. Mundi-Prensa. Madrid. pp. 3-13.
- www.soel.de. *European organic farming statistics*. Consultada el día 12 de mayo de 2005.

Anexos

ANEXO I: MAPAS DE SITUACIÓN

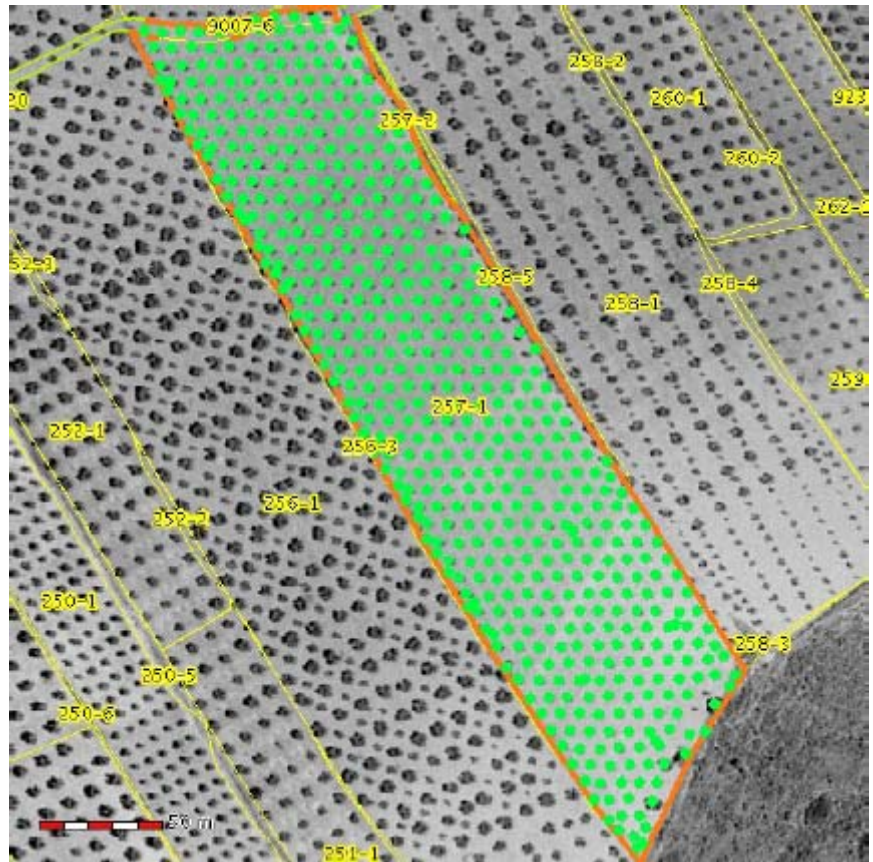


Mapa de Andalucía



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