

EVALUACIÓN DE LAS CUBIERTAS VEGETALES EN EL OLIVAR DE UNA ZONA SEMIÁRIDA DEL CENTRO DE ESPAÑA

Jesús Pastor (1); Carlos Lacasta (2) y Ana J. Hernández (3)

1. Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, Madrid. E-mail:jpastor@ ccma.csic.es

2. Finca Experimental "La Higuera", CSIC, Toledo.

3. Departamento Interuniversitario de Ecología, sección de la UA. E-mail:anaj.hernandez@ alcala.es

RESÚMEN

Se presentan los ensayos de cubiertas herbáceas realizados en un olivar situado en la Finca Experimental "La Higuera": especies comerciales de veza y trébol subterráneo y manejo de la vegetación residente en el banco de semillas del suelo. Se trata de estudiar el efecto de estos tratamientos en relación al no-laboreo con empleo de herbicidas y el laboreo habitual en el territorio. Los resultados obtenidos muestran la importancia que las leguminosas, tanto comerciales como autóctonas, pueden tener para la sostenibilidad de este olivar.

INTRODUCCIÓN

En un trabajo anterior exponíamos la iniciación de un proyecto encaminado hacia la sostenibilidad del olivar en el centro peninsular (Hernández et al.,1997). En él se presentaban los ensayos experimentales que habíamos dispuesto como alternativas a los principales sistemas de manejo del suelo de este cultivo leñoso. Es suficientemente conocido el hecho de que las técnicas habituales no consiguen aumentar la velocidad de infiltración del agua y con las lluvias intensas se producen cárcavas, a veces demasiado profundas, como bien se ha podido observar (Pastor y Castro,1995; Saavedra, 1997).

Una posible solución al problema de la degradación del suelo en los olivares es el empleo de cubiertas de gramíneas (cereales sobre todo) y leguminosas como la veza (Castro y Pastor,1994). Esta última podría permitir un mayor ahorro en los costes de cultivo en relación al cereal, debido a la fijación de cantidades importantes de nitrógeno. Teniendo esto en cuenta, nosotros hemos cultivado no sólo la veza, sino que además se han

empleado otras alternativas con especies leguminosas fijadoras de nitrógeno, rastreras y de pequeño porte, como es el trébol subterráneo. Finalmente, hemos considerado la posibilidad de manejar la denominada "vegetación residente" o malas hierbas (Pastor, 1989; Ingels et al. 1994), que se siegan pero procurando que las especies de porte rastrero semillen y permanezcan en el suelo. A continuación mostramos un resumen de los resultados obtenidos con los diferentes sistemas de manejo empleados a lo largo de los últimos cuatro años.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se ha llevado a cabo en un olivar de 7,5 ha. de la Finca Experimental de la Higuera, CSIC (Sta. Olalla, Toledo), entre 1996 y 1999. Está situada en un territorio de carácter semiárido, con lluvias irregulares y en muchos casos torrenciales, favoreciendo durante siglos los fenómenos de escorrentía y pérdida del suelo. Éste se desarrolla sobre sedimentos arcósicos de la denominada "facies Madrid", si bien estos materiales han sido retocados en gran medida por los aportes fluviales que, procedentes del arroyo Maqueda se han depositado en amplias zonas. El terreno dedicado a este cultivo en esta finca ha sido estudiado por Alcalá del Olmo y Monturiol (1984). La zona en la que se sitúan nuestras parcelas se incluye en una asociación de suelos integrada por cambisoles gleycos sobre arcosas, junto con fluvisoles éutricos y regosoles éutricos y dístricos sobre sedimentos aluvio-coluviales.

En cuanto a la precipitación, más del 65% de las lluvias totales del año suelen producirse en el periodo octubre-marzo (media de los últimos 50 años en Sta. Olalla). Por ello hay que asegurar que, al final de dicho periodo, el suelo de este sistema pueda tener formada una cubierta vegetal que palie los efectos de las tormentas de finales de primavera y verano. Esto implica optar por tipos de cubiertas vegetales que cumplan con más de un requisito: que detengan la erosión del suelo, que se adapten a las condiciones ambientales a las que hacemos referencia y que puedan ser a la vez económicas y fácilmente manejables. Los tratamientos comparados en los ensayos efectuados han sido los siguientes: **a) Cubierta de veza empleando semilla comercial.** Esta leguminosa se siembra en el mes de noviembre; después, en el momento de la floración de la veza, se realiza su siega mecánica con desbrozadora, con lo que se trata de conseguir que no compita por el agua con el olivo. **b) Cubierta con tréboles subterráneos** (cultivares Nungarin, Daliak y Esperance). Se eligieron cultivares de carácter temprano y medio de esta especie de la que conocemos bien su ecología (Pastor et al., 1980 y Pastor y Martín, 1984) . La especie nos parecía adecuada para las características del suelo en el que se establecieron las parcelas (en otoño de 1998) . De dicha especie existían , además semillas comerciales de cultivares con diferentes duración del ciclo biológico. Básicamente se trata de que el trébol cumpla la misma función que la veza, pero al no desarrollar éste una raíz tan profunda como aquella, puede ser é menos competitivo, con

el olivo, con respecto al agua. En este ensayo se desarrollan además las "malas hierbas" junto con el trébol. Queremos señalar que las semillas se sembraron inoculadas con *Rhizobium trifolii*. **c) Ensayo para el estudio del comportamiento ecológico de las "malas hierbas" en este olivar.** Las especies residentes en el banco de semillas del suelo del olivar se dejan crecer y luego se siegan con desbrozadora con un corte a media altura a fin de reducir la competencia por el agua. Esta siega parcial hace que se produzcan semillas que permitan la implantación de la cubierta herbácea en años sucesivos. Ello propicia el crecimiento de plantas de porte rastrero que protegen al suelo de los fenómenos erosivos. **d) No-laboreo, con empleo de herbicidas (glifosato y simazina).** Se han incorporado al estudio algunas parcelas que durante varios años han venido tratándose así.

Todos los sistemas de cultivo se realizaron empleando un diseño estadístico de bloques al azar con tres replicaciones, incluyéndose las correspondientes parcelas-testigo de **laboreo convencional**. Las parcelas tienen un tamaño de 96 m x 12 m y muestran una gran semejanza granulométrica como puede observarse en la [Figura 1](#).

La finca dispone de estación meteorológica y el seguimiento sistemático de las variables estudiadas en las mismas y las labores necesarias, han estado sujetas a una escala espacio-temporal adecuada para cada ensayo. Los inventarios florísticos se realizaron en el total de las parcelas de malas hierbas con y sin trébol subterráneo. También fue estimado el recubrimiento herbáceo en cada una de ellas, según Godron et al., (1968).

La toma de muestras para la humedad edáfica se realizó con sonda manual de 4 cm de diámetro. Se tomó una muestra media por parcela y dentro de cada punto tres profundidades (0-20, 20-40 y 40-60), que se desecó luego a 110°C. Para los análisis químicos se tomaron muestras de la capa más superficial(15cm). Las determinaciones analíticas se realizaron según se expone en Hernández y Pastor (1989).

Los análisis de fertilidad bioquímica se han efectuado mediante parámetros que hemos considerado que podían aportar una mayor información en relación a conseguir una mejora de las condiciones edáficas de partida. Estos son: la biomasa microbiana, valorada mediante el contenido de ATP, la actividad inducida y basal que se relaciona con la materia orgánica (la primera con la M.O. poco evolucionada, energética y fácilmente mineralizable y la segunda, relacionada con la materia endógena del suelo, es decir, la materia que participa en la formación del complejo arcillo húmico), ambas medidas se obtienen mediante la determinación de la concentración de CO₂ ; por último, el cociente metabólico que caracteriza la estrategia de las poblaciones microbianas en el suelo (CO₂/ATP). La valoración de los resultados de análisis se refiere a escalas de interpretación establecidas para suelos muy parecidos a los nuestros situados en el sur de Italia (contenido medio en M.O. = 0-5%; más de 70% de arena; pH ligeramente ácido) (Maire 1987; Maire et al; 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Los balances hídricos en relación a los tratamientos y climatología anual.

Los datos climatológicos durante los años de la experimentación se muestran en la [Tabla 1](#). Con el fin de poder ir profundizando en los momentos importantes de los balances hídricos, tanto para las cubiertas herbáceas como para el cultivo leñoso, hemos estimado la humedad ponderal del suelo durante años sucesivos en el momento de la floración de los olivos ([Tabla 2](#)). La humedad en el suelo en el momento de la floración (primera quincena de junio), inicio del estío en este territorio, puede dar una imagen de la viabilidad de las cubiertas vegetales ensayadas en este cultivo. En general, es mayor el porcentaje de humedad en el suelo labrado durante los dos primeros años, pero lógicamente esta cuestión está relacionada con la climatología de cada año. Así, en un año húmedo (1997, [tabla 3](#)), no hubo apenas diferencias en la humedad del suelo en los diferentes tratamientos en el mes de mayo. No hubo tampoco diferencias significativas en la producción de aceituna (ver tabla 5; la aceituna se recolectó en enero de 1998). Así pues, las cubiertas vegetales en el olivar en ese año 1998(también húmedo), presentan mayor cobertura que el año anterior y ello repercute en la disminución con respecto a los otros tratamientos, pero tiene más humedad edáfica que los tratamientos sin cubierta en 1999. Ese año húmedo, en las parcelas de "malas hierbas", hubo un notable aumento de *Cynodon dactylon*, planta de verano, lo que produce menor disponibilidad de agua en el suelo; además del posible efecto alelopático negativo que ocasiona esta especie.

Sin embargo, en un año seco como lo fue 1999 ([tabla 4](#)), todos los tratamientos tienen menos humedad que los años anteriores.

Acerca de la viabilidad del cultivo con veza durante los años muy secos, Pastor y Castro (1995) estudiaron la evolución del contenido de agua en el suelo durante un año en el que la pluviometría media anual fue de 320 mm y, en esas condiciones, el terreno cultivado con cubiertas vivas de cebada o veza se mantuvo permanentemente más húmedo que un suelo desnudo de vegetación sometido a mínimo laboreo. Esto nos anima a ser optimistas sobre el futuro de esta técnica de cultivo para la conservación del suelo en ambientes semiáridos.

El efecto de las diferentes cubiertas (veza, "malas hierbas" y trébol) se notó desde el principio del mes de marzo. Aunque la veza se incorporó al suelo en la primera quincena de dicho mes para evitar el efecto de la competencia hídrica con el olivo, esta no se compensó hasta mediados del mes de mayo.

Las cubiertas de "malas hierbas" se comportaron de forma similar y el suelo tuvo menos humedad con respecto a las parcelas sin cubierta vegetal, desde primeros del mes de

marzo hasta primeros del mes de julio. Después las lluvias de otoño recargaron el suelo por igual en los diferentes tratamientos. Esto ha permitido que las diferencias de producción, a pesar de obtenerse menos kg./ha de aceituna, no hayan llegado a ser significativas.

Pensamos que debemos seguir profundizando en estas cuestiones, y será preciso para ello seguir un estudio más detallado de la humedad en la capa superficial de estos suelos.

[Tabla 5](#)

2. Balance de las cubiertas herbáceas en relación a la erosión del suelo.

En zonas semiáridas de la Península, como la estudiada, la no muy abundante pluviometría junto a las temperaturas bajas del invierno dificultan la instalación de una cubierta vegetal. Además, se han venido empleando frecuentemente cultivares de especies que han sido seleccionadas en otros países de climas más benignos. Por esta razón el conocimiento de las especies autóctonas es de enorme interés para poder ser utilizadas en relación a la sostenibilidad de estos sistemas. El inventario florístico de la vegetación arvense procedente del banco de semillas del suelo del olivar estudiado, se muestra en la [tabla 6](#). El recubrimiento herbáceo en su conjunto al inicio de la primera primavera logró en todas las parcelas casi el 50% de cobertura y en el tercer año el 80% ([tabla 7-a](#)). Asimismo, durante el otoño de los años de experimentación, se han conseguido también una aceptable cobertura del suelo ([tabla 7-b](#)). En general, todos estos datos nos parecen muy satisfactorios con respecto al posible control de la erosión del suelo, dado que en la mayor parte del año, nunca ha llegado a haber un 50% de suelo desnudo y en el otoño del tercer año de este ensayo, solamente un 17% para las parcelas con trébol subterráneo y de un 12% para aquellas en que se deja desarrollar la vegetación arvense espontánea.

3. Fertilidad química y bioquímica de los suelos.

La fertilidad es definida como la expresión global de las condiciones físico-químicas y biológicas que caracterizan el sistema edáfico. Los resultados obtenidos de los análisis químicos de los suelos en los diferentes ensayos entre el 1º y 3º año se muestran en la [Tabla 8](#). En relación al aporte del N al suelo por las leguminosas sembradas, se apunta la existencia de un efecto beneficioso de la veza y parece tenerlo también el trébol subterráneo. En general, puede decirse que en estas parcelas parece percibirse un aumento leve de fertilidad química.

La fertilidad bioquímica de los suelos, al final del experimento, puede observarse en la [Tabla 9](#). Se percibe un inicio de regeneración del suelo por efecto de las distintas cubiertas herbáceas, al parecer con más intensidad en el tratamiento con tréboles subterráneos (máximos valores de la biomasa microbiana obtenidos). Esta regeneración

se relaciona con un efecto de la rizosfera de las cubiertas vivas durante los pocos años que llevan funcionando en estos ensayos.

4. Las cubiertas de leguminosas en relación a la sostenibilidad del olivar.

Queremos destacar que hemos podido observar por la menor incidencia de canales y cárcavas en las parcelas con cubiertas de trébol y malas hierbas, respecto a las labradas, que estas cubiertas vegetales protegen al suelo contra la erosión de forma eficaz, ya desde el primer año. En años de precipitación normal no existe una gran competencia de las cubiertas con el cultivo, sobre todo cuando la cubierta no era aún demasiado densa.

El manejo empleado ha favorecido la presencia de leguminosas espontáneas en este olivar con una abundancia creciente y destacable, por lo que deberá seguirse ensayando su posible manejo en particular con *Ornithopus compressus* y *Biserrula pelecinus* por su porte rastrero .

El trébol subterráneo se implantó y persistió bien. La fertilidad del suelo empieza a verse incrementada pese al limitado periodo de tiempo transcurrido (tres años) y ya existen indicaciones de regeneración microbiana, más intensa en el caso de la cubierta de trébol subterráneo.

Los aspectos señalados son importantes a la hora de ir haciendo posible una sostenibilidad del sistema adecuada también para preservar de impactos ambientales no deseados.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados expuestos, se puede deducir que nos encontramos solamente ante unas "tendencias" más que ante conclusiones definitivas. Pensamos que el tiempo de experimentación resulta corto y surgen lagunas que no permiten afirmar el éxito de las cubiertas verdes en el olivar estudiado. Tanto los beneficios económicos como una combinación del manejo de estas cubiertas vegetales por medio de las leguminosas

autóctonas y el trébol, deberán ser cuestiones tenidas en cuenta en un próximo estudio.

Agradecimientos: Al Proyecto "Estudio de estrategias de manejo de cubiertas vegetales estables en olivar y viñedo", financiado por la Comunidad de Castilla La Mancha.

REFERENCIAS

- Alcalá del Olmo, L. y Monturiol, F.(1984).-Cartografía automática de suelos. Ensayo de una metodología aplicada a escalas detalladas. *Anales Edaf. y Agrobiol. LXIII* : 1557-1578.
- Castro, J.& Pastor, M.(1994).- EL empleo de una cubierta viva de cebada *Agricultura, LXIII, N 746: 754-758.*
- Godron, M. et al. (1968).- Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Ed. du CNRS, París.
- Hernández, A.J. & Pastor, J. (1989).- Técnicas analíticas para el estudio de las interacciones suelo-planta. *Henares, Rev de Geol. 3: 67-102*
- Hernández,A.J.; Estalrich, E.; Minguez, A.& Pastor, J.(1997).- Incidencia de las cubiertas herbáceas en la conservación de suelos y en la humedad edáfica de agrosistemas semiáridos. *Edafología 2: 153-159.*
- Ingels, C.; Horn, M.V.; Bugg, R.L. & Miller, P.R. (1994).- Selecting the right cover crop gives multiple benefits. *California Agric,48:43-48*
- Maire, N.(1987).- Évaluation de la vie microbienne dans les sols par un système d'analyses biochimiques standardisé. *Soil Biol. Biochem., 19: 491-500*
- Maire, N; Bocard ,D.; Laczkó E. & Matthey, W. (1999).- Organic matter cycling in grassland soils of the Swiss Jura mountains: biodiversity and strategies of the living communities. *Soil Biol. Biochem.,31: 1281-1293.*
- Pastor, J.; Oliver, S. & Martín, (1980).- Comportamiento diferencial de *Trifolium subterraneum*, *Trifolium brachycalycinum* y *Trifolium yanninicum* respecto a los factores ecológicos en sus comunidades del occidente de España. *Pastos 10:44-57.*
- Pastor, J. & Martín A. (1984).- Estudio ecológico de los tréboles subterráneos en los pastos de la provincia de Toledo. En *Estudio Agrobiológico de la provincia de Toledo*. Instituto provincial de Investigaciones y Estudios toledanos, Toledo.
- Pastor, M.(1989-a).- Efecto del no-laboreo en olivar sobre la infiltración del agua en el suelo. *Inv. Agraria. Prod. Vegetal, 4: 225-247.*
- Pastor, M. (1989-b).-Influencia de las malas hierbas sobre la evolución del contenido de agua en el suelo en olivar de secano. *Olivar, 28: 32-37.*

Pastor, M.(1995).-El no laboreo en el olivar. Realidades y Expectativas. *Agricultura*: 851-852.

Pastor, M. & Castro,J.(1995).- Sistema de manejo de suelos y erosión. *Olivar*, 59: 64-74.

Saavedra, M.(1997).- Cubiertas vegetales y agricultura de conservación: implantación y manejo en cultivos leñosos. *Actas Congreso Nacional Agricultura de Conservación y Medidas Medioambientales*, Burgos (España):35-41.

FIGURAS Y TABLAS.

Figura 1. Análisis granulométrico por el método de la pipeta, en las parcelas antes de comenzar los ensayos

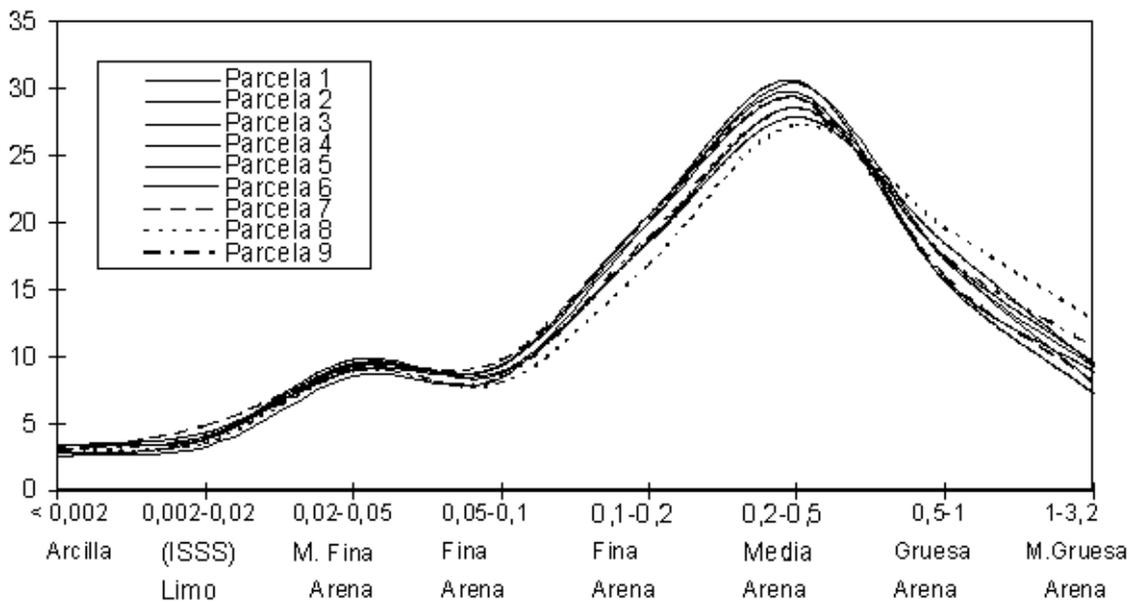


Tabla 1.-Precipitación media durante el período de estudio.

AÑO	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	ANUAL	AGRICOLA
96-97	103	22	42	12	106	13	0	0	53	14	79	151	597	573
97-98	114	2	0	48	69	5	31	7	14	23	213	90	615	637
98-99	42	47	32	55	104	7	0	12	64	25	17	40	443	292
99-00	24	14	20	27	51	9	2	0	34	155	6	36	377	244

Laboreo	1	1	10,7	10,1	8,9	11,8	4,8	2,8	12,4
Laboreo	1	2	12,6	11,3	8,1	9,9	3,0	3,2	11,1
Laboreo	1	3	11,4	11,0	10,0	10,4	5,4	2,2	12,6
Promedio Laboreo			11,6	10,8	9,0	10,7	4,4	2,7	12,0
Enterrado de veza	2	1	10,2	7,8	3,1	6,6	3,5	1,6	10,8
Enterrado de veza	2	2	10,5	9,3	4,2	7,8	5,4	2,1	11,5
Enterrado de veza	2	3	11,3	9,5	5,0	8,4	6,2	2,3	10,7
Promedio Enterrado de veza			10,7	8,9	4,1	7,6	5,0	2,0	11,0
Cubierta malas hierbas	3	1	8,6	7,4	2,5	4,0	4,2	1,4	9,6
Cubierta malas hierbas	3	2	10,2	10,6	7,5	6,9	4,6	3,9	13,6
Cubierta malas hierbas	3	3	11,3	9,8	4,2	4,8	2,0	1,6	10,9
Promedio Cubierta MH			10,0	9,3	4,7	5,3	3,6	2,3	11,4
Cubierta trébol	4	1	10,5	10,1	5,2	4,4	3,7	2,5	12,6
Cubierta trébol	4	2	9,3	9,1	4,1	4,5	2,1	1,5	12,5
Cubierta trébol	4	3	9,8	9,4	4,6	4,7	3,4	1,9	12,3
Promedio Cubierta trébol			9,9	9,5	4,6	4,5	3,1	2,0	12,5
No laboreo	5	1	9,7	7,9	6,8	7,1	5,0	4,2	10,4
No laboreo	5	2	10,6	11,9	9,0	8,5	6,1	3,2	11,8
No laboreo	5	3	11,7	11,8	8,3	9,3	5,1	5,5	12,7
Promedio No laboreo			10,7	10,5	8,0	8,3	5,4	4,3	11,6
Promedio general			10,6	9,8	6,1	7,3	4,3	2,7	11,7

Tabla 5.- Producción de aceituna en kg/ha, por efecto de los diferente manejos

Manejo	1998	1999	2000	Media 98-00
Laboreo	2852 a	132 a	2201 a	1728
Cubierta de malas hierbas	2791 a	115 a	1553 a	1486
No laboreo	2646 a	159 a	2029 a	1537
Cubierta trébol subterráneo	-	248 a	1958 a	-
Veza enterrada	3195 a	134 a	1997 a	1690
Media	2873	150	1949	1537

Los valores seguidos por letras distintas en una misma columna difieren significativamente ($P < 0,05$; test Tukey).

Los valores en negrita son los rendimientos más altos del año.

GRAMÍNEAS	Picnomon acarna
Bromus diandrus	Senecio gallicus
Bromus hordeaceus	Senecio vulgaris
Bromus madritensis	Silybum marianum
Bromus tectorum	Sonchus asper
Corynephorus fasciculatus	Sonchus oleraceus
Cynodon dactylon	Tolpis barbata
Dactylis glomerata	OTRAS
Eragrostis minor	Amaranthus retroflexus
Hordeum murinum	Allium sp.
Lolium rigidum	Arenaria serpyllifolia
Lophochloa cristata	Bellardia trixago
Mibora minima	Campanula arvensis
Phalaris minor	Capsella bursa-pastoris
Poa annua	Cerastium glomeratum
Taeniatherum caput-medusae	Cerastium pumilum
Trisetum paniceum	Chenopodium album
LEGUMINOSAS	Diplotaxis catholica

Biserrula pelecinus	Echium plantagineum
Lupinus angustifolius	Erodium cicutarium
Ornithopus compressus	Erophila verna
Trifolium angustifolium	Fumaria parviflora
Trifolium arvense	Herniaria sp.
Trifolium hirtum	Hirschfeldia incana
Trigonella polyceratia	Holosteum umbellatum
Vicia articulata	Jasione montana
Vicia benghalensis	Kochia scoparia
Vicia lutea	Lamium amplexicaule
Vicia sativa	Linaria spartea
COMPUESTAS	Malva neglecta
Anacyclus clavatus	Malva rotundifolia
Andryala integrifolia	Muscari neglectum
Andryala laxiflora	Myosotis ramosissima
Anthemis arvensis	Papaver rhoeas
Artemisia herba-alba	Portulaca oleracea
Carduus tenuiflorus	Raphanus raphanistrum
Conyza canadensis	Rumex bucephalophorus
Crepis capillaris	Spergula arvensis
Filago pyramidata	Spergula pentandra
Hypochoeris glabra	Spergularia rubra
Lactuca saligna	Stellaria media
Lactuca serriola	Tribulus terrestris
Leontodon taraxacoides	Urtica urens
Logfia arvensis	Veronica triphyllos
Logfia gallica	

Tabla 6.- Lista florística de las especies que crecen en el olivar.

OLIVAR				
	Parcelas		Parcelas	
% Cubierta	con T.Subterraneum		con malas hierbas	
	1 ^{er} año	3 ^e año	1 ^{er} año	3 ^{er} año
Total	48	79	47	80
T. subterraneo	8	7	-	-
Malas hierbas	40	72	47	80

Suelo desnudo	52	21	53	20
---------------	----	----	----	----

Tabla 7a.- Cubierta de plantas (*T. subterraneum*, malas hierbas, cubierta total) y suelo desnudo en parcelas con malas hierbas y *T. subterraneum* en la primavera de los años estudiados

2º año		3º año	
Parcelas	Parcelas	Parcelas	Parcelas
con <i>T. subterraneum</i>	con malas hierbas	con <i>T. subterraneo</i>	con malas hierbas
46	34	17	95

Tabla 7b.- Cubierta total de plantas en parcelas de malas hierbas y malas hierbas con *T. subterraneum* en otoño de 1998 y 1999.

Ensayo	Parámetros químicos del suelo							
	%M.O		%N		P ₂ O ₅ (mg./100 g.)		K (mg./100 g.)	
	1º año	3º año	1º año	3º año	1º año	3º año	1º año	3º año
Malas hierbas	0.46± 0.10	0.54± 0.05	0.019± 0.00	0.022± 0.002	2.50± 0.41	1.50± 0.41	7.00± 0.00	9.00± 0.82
<i>T. Subterraneo</i>	0.46± 0.01	0.52± 0.03	0.017± 0.00	0.028± 0.002	3.00± 0.00	3.00± 2.00	7.70± 0.47	9.25± 0.75
Weeds								
Veza	0.36± 0.06	0.50± 0.05	0.016± 0.003	0.026± 0.002	2.33± 0.47	1.17± 0.24	6.83± 0.85	8.17± 0.24
Wetch								
Labrado	0.48± 0.08	0.42± 0.05	0.016± 0.003	0.026± 0.004	2.83± 0.24	2.83± 2.25	7.67± 0.47	8.33± 0.47
Tillaje								
No-labrado	0.48± 0.06	0.55± 0.05	0.012± 0.001	0.021± 0.001	2.00± 0.00	2.67± 1.25	7.33± 1.03	9.17± 1.18

Tabla 8. Fertilidad química del suelo (0-20 cm.)en los diferentes tratamientos al comienzo y final del experimento.

Tabla 9. Fertilidad bioquímica del suelo (0-20 cm.) en los diferentes tipos de ensayos, después del 3^{er} año de experimento.

Parámetros	Ensayo				
	Veza	M.hierbas	Trébol	Labrado	No labrado
Contenido ATP μ g/g	95 \pm 40	140 \pm 26	146 \pm 6	105 \pm 59	49 \pm 7
Actividad Inducida (CO ₂) μ g/g/h	0.8 \pm 0.1	0.6 \pm 1	0.1 \pm 0.1	0.6 \pm 0.1	0.7 \pm 0.1
Actividad Basal (CO ₂) μ g/g/h	0.5 \pm 00	0.8 \pm 0.3	0.6 \pm 00	0.4 \pm 00	0.3 \pm 00
Cociente Metabólico (CO ₂ /ATP)	10.7 \pm 5.2	4.6 \pm 1	5.4 \pm 0.7	7.0 \pm 2.3	14.2 \pm 0.4