

# Criterios para la elección de sistemas de cultivo en el olivar



Consejería de Agricultura y Pesca





**CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN  
DE SISTEMAS DE CULTIVO  
EN EL OLIVAR**

**CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE SISTEMAS DE CULTIVO EN OLIVAR  
(3ª Edición)**

© *Edita:* JUNTA DE ANDALUCÍA. *Consejería de Agricultura y Pesca.*

*Publica:* VICECONSEJERÍA. Servicio de Publicaciones y Divulgación.

*Colección:* AGRICULTURA

*Serie:* OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA

*Autores:* Miguel Pastor, Juan Castro y M<sup>a</sup> Dolores Humanes

*Fotografías e Ilustraciones:* Autores

*I.S.B.N.:* 84-87564-38-0

*Depósito Legal:* SE.581 - 96

*Fotocomposición e impresión:* J. de Haro Artes Gráficas, S.L. Parque Ind. P.I.S.A.  
Mairena del Aljarafe • Sevilla

# **CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE SISTEMAS DE CULTIVO EN EL OLIVAR**

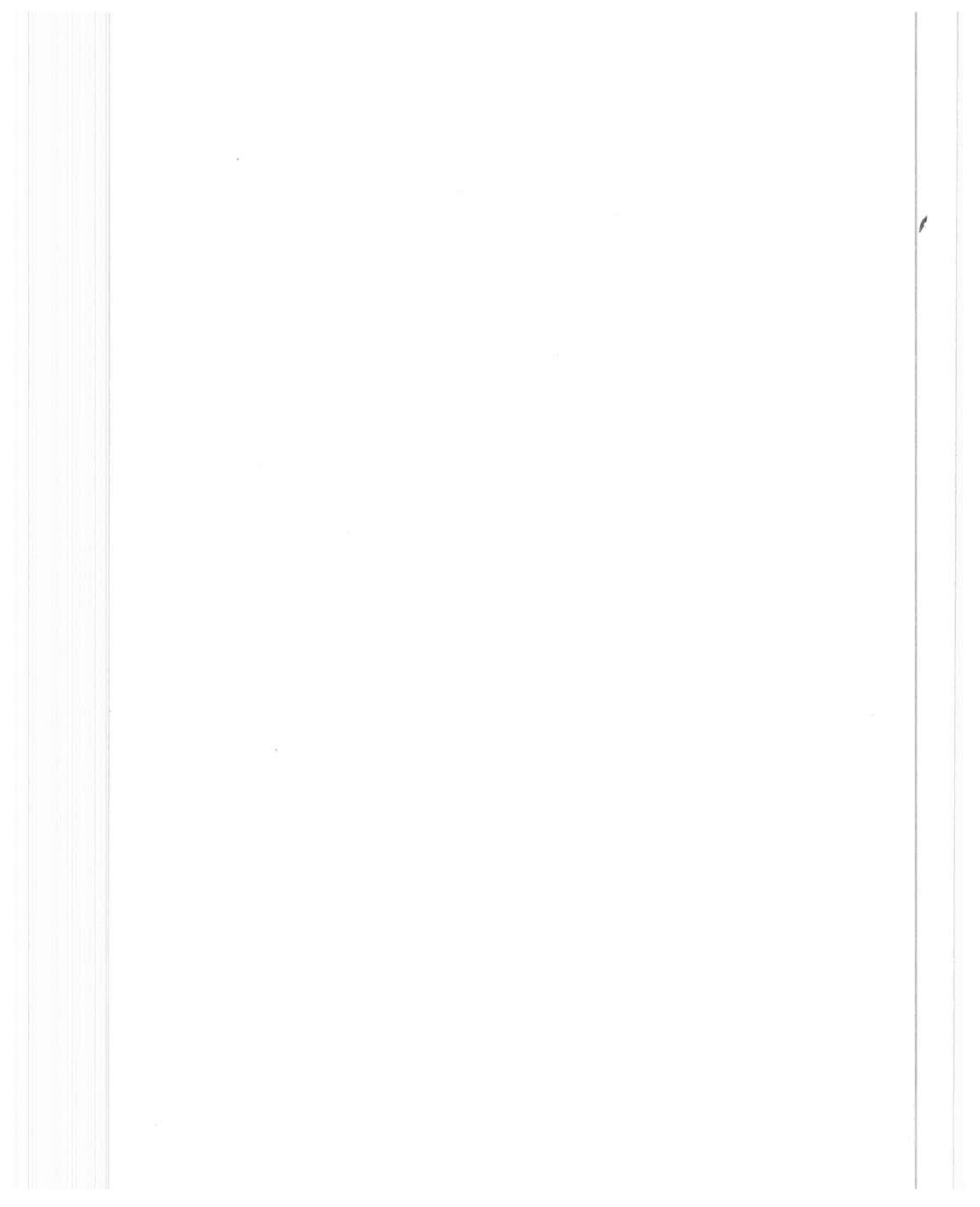
**MIGUEL PASTOR  
JUAN CASTRO  
M<sup>a</sup> DOLORES HUMANES**

Departamento de Olivicultura y Arboricultura Frutal. Dirección General de Investigación  
y Formación Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca



## INDICE

I.- CONSIDERACIONES SOBRE LAS TÉCNICAS DE CULTIVO EN EL OLIVAR .....	9
II.- SISTEMAS DE CULTIVO EN EL OLIVAR .....	13
II.1.- El laboreo .....	13
II.2.- No-laboreo con suelo desnudo .....	15
II.3.- Semilaboreo .....	19
II.4.- Mínimo laboreo .....	19
II.5.- Sistemas de cultivo con cubierta .....	21
II.5.1.- Cultivo con cubierta inerte .....	22
II.5.2.- Cultivo con cubierta viva de malas hierbas durante el invierno .....	22
II.5.3.- Cultivo con cubierta viva de cereal o veza .....	25
III.- FACTORES QUE DETERMINAN LA ELECCIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO .....	31
III.1.- Disponibilidades de agua en el suelo .....	31
III.1.1.- Infiltración de agua en el suelo .....	32
III.2.- Evaporación de agua desde el suelo .....	38
III.3.- La erosión .....	41
III.4.- La producción del olivar .....	46
III.5.- Los costes de cultivo .....	46
III.6.- La fertilización .....	50
III.7.- El régimen de temperaturas de la plantación .....	51
III.8.- Incidencia de las plagas y enfermedades .....	52
III.9.- Fauna y microorganismos del suelo .....	54
III.10.- Los sistemas de cultivo y la flora del olivar .....	55
IV.- TENDENCIAS FUTURAS EN LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL SUELO EN EL OLIVAR. BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS .....	55
V.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	57





## I.- CONSIDERACIONES SOBRE LAS TÉCNICAS DE CULTIVO EN EL OLIVAR.

En la mayoría de las zonas olivereras mediterráneas la **lluvia es el único** aporte de agua para el olivar. La distribución anual de la pluviometría es marcadamente estacional, con un periodo muy seco (junio-septiembre), y un periodo lluvioso, otoño-invierno, en el que por término medio se produce el 75 % de la pluviometría total anual. Esta época además está caracterizada por las bajas temperaturas y una escasa actividad vegetativa del olivo, por lo que el consumo de agua en transpiración es reducido. Durante gran parte de la primavera y el verano los olivos satisfacen sus necesidades de agua a costa de las reservas hídricas acumuladas en el suelo durante la estación lluviosa, siendo muy importante **almacenar** en el terreno la mayor cantidad posible de las precipitaciones de lluvia. Pero esto solo no es suficiente, es necesario además **conservar el** agua almacenada, reduciendo las pérdidas por **evaporación** desde el suelo, y **limitar las extracciones por las malas hierbas**, que en determinados momentos pueden ser cuantiosas (**Pastor, 1989a**). En la optimización del uso del agua, juega un papel importantísimo el sistema de cultivo utilizado.



**Foto 1.-** La erosión es uno de los problemas más importantes de la olivicultura andaluza. Pérdida de suelo en un olivar tradicional con gran pendiente en la Subbética, t. m. de Cabra (provincia de Córdoba).

La **erosión** del suelo por el agua es uno de los problemas más importantes de la olivicultura española. El olivar es uno de los cultivos en los que las pérdidas de suelo son mayores, muy superiores a las observadas en cultivos de cereal/girasol o en zonas de pastizal o matorral. Según estimaciones de **López Cuervo (1991)**, una media de más de 80 **toneladas de suelo por hectárea se pierden** anualmente en los olivares andaluces, pérdidas que son aún mayores en los suelos con fuertes pendientes (**Laguna, 1989**), y que superan con creces la capacidad de regeneración del suelo. Por otro lado, la erosión no solo causa pérdidas en la fertilidad de los suelos, sino que da lugar a contaminación de las aguas superficiales con residuos de fertilizantes y fitosanitarios, así como a pérdidas económicas importantes debido a cortes de carreteras, colmatación de embalses, etc.

Diversos factores intrínsecos hacen que el problema de la **erosión** sea consustancial con el olivar: cultivo en *suelos en pendiente; climatología de tipo mediterráneo*, alternándose periodos de sequía con lluvias de gran intensidad en un corto periodo de tiempo; *suelos arcillosos* con baja velocidad de infiltración, en especial cuando se producen las primeras lluvias otoñales; y una *escasa cobertura del suelo* por el cultivo.

Ante estos factores poco puede hacer el agricultor para modificarlos. Sin embargo, determinadas prácticas derivadas de la actividad agrícola, como el **laboreo**, han influido decisivamente en la aceleración del proceso erosivo. Debemos ser conscientes de que el **laboreo** no es una forma natural de mantenimiento de un suelo en un olivar, ya que las labores contribuyen a generar grandes pérdidas de suelo. Se admite que otros sistemas de cultivo, como el **no-laboreo o el cultivo con cubierta vegetal**, pueden contribuir a reducir la erosión (**Blevins, 1986**).

A la hora de elegir un sistema de cultivo deberíamos conocer a fondo las características de la explotación en su conjunto, aplicando a cada parcela, o incluso a cada subparcela, la técnica más adecuada de acuerdo con sus características.

En los últimos años mucho se ha discutido sobre cual es el sistema idóneo de cultivo, existiendo ardientes defensores de los sistemas sin laboreo del suelo, mientras que otros agricultores han defendido a ultranza el laboreo. En el estado actual de conocimientos no nos abrevemos a dar a ninguno de ellos totalmente la razón.

Son muy ilustrativos los datos de dos ensayos realizados por el Departamento de Olivicultura durante varios años en una explotación de la localidad de Santaella en la provincia de Córdoba. En esta finca existe un olivar adulto con una superficie de unas 60 has, aparentemente homogéneo y que vegeta en un suelo arcilloso calizo, bastante llano, en el que en 1978 se inició un ensayo en el que se compararon las producciones obtenidas en **laboreo tradicional** y en **no laboreo** con control de las malas hierbas con herbicidas. En la Figura 1 se presentan las producciones relativas obtenidas en este ensayo, en donde el 100 corresponde a la cosecha obtenida

anualmente en **laboreo**, mientras que los valores correspondientes al **no-laboreo** representan los aumentos o disminuciones de producción con respecto al sistema tradicional. En dicha figura vemos como en la gran mayoría de los años las producciones en **NL** superaron a las obtenidas en el olivar labrado, lo que legítimamente nos llevaría a recomendar esta práctica de cultivo en dicha explotación.

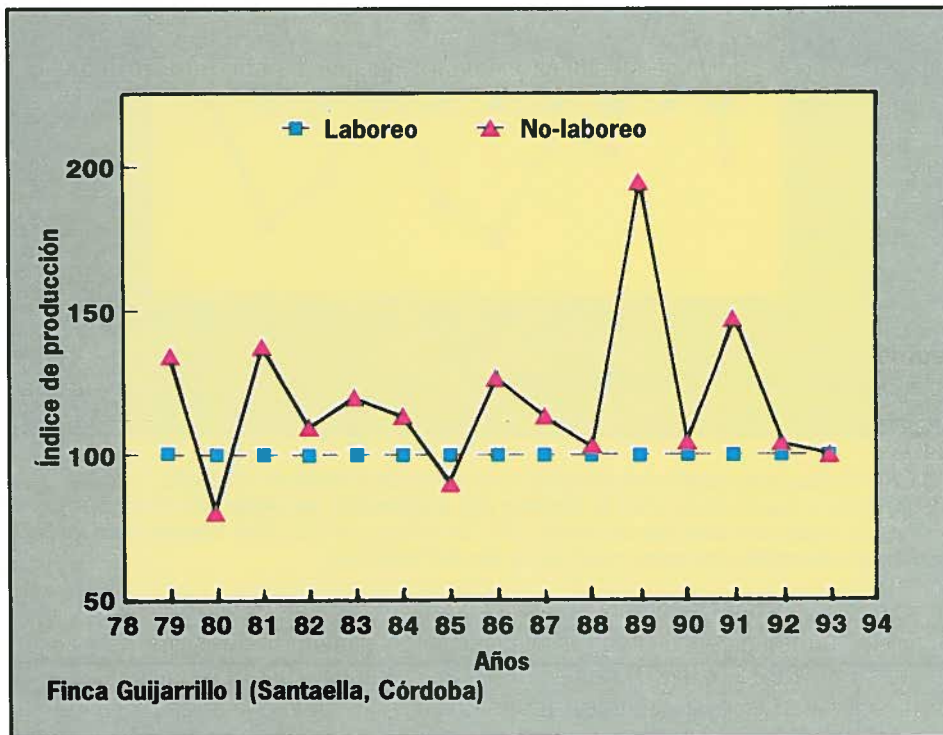


FIGURA 1: Producciones relativas de aceitunas en el ensayo de El Gujarrillo (Santaella, Córdoba), parcela 1. En la mayoría de los años se observa un **aumento de producción** en el olivar en no-laboreo con respecto al olivar labrado (índice 100).

Conocidos los datos por el propietario de la finca, nos manifestó sus reservas para extrapolar estos excelentes resultados al resto de su explotación, de la que presumía ser un buen conocedor. Ante esta opinión, en el año 1983 se planteó un nuevo ensayo con diseño similar al anterior, distante tan solo unos 300 m, en un suelo ligeramente más arcilloso y con una ligera pendiente. Los resultados obtenidos en este segundo ensayo fueron un poco diferentes a los del anterior (Figura 2), proporcionando el laboreo convencional los mejores resultados. Sin embargo, para demostrar que en agricultura no existen verdades absolutas, en el año 1994, que fue extraordinariamente seco en la región, se invirtieron los resultados de este ensayo, proporcionando el **NL** unos aumentos de producción espectaculares con respecto al laboreo (datos no presentados).

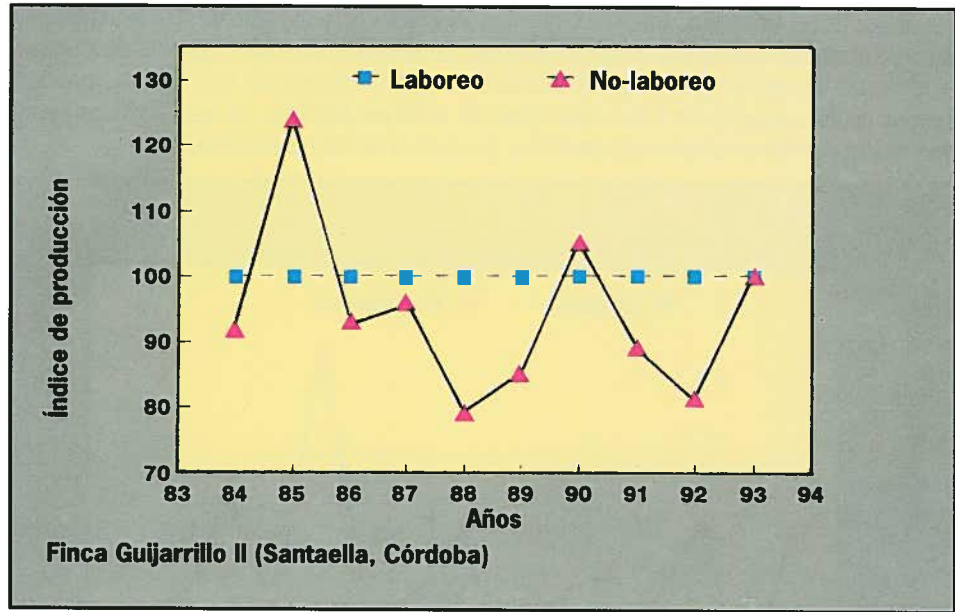


FIGURA 2: Producciones relativas de aceitunas en el ensayo de El Guitarrillo (Santaella, Córdoba), parcela 2. En la mayoría de los años **se observa una disminución en producción** en el olivar en no-laboreo con respecto al olivar labrado (índice 100). Sin embargo, el año 1994, bastante seco, en NLD se observó una producción mucho mayor que en laboreo tradicional.

Sistemas de Cultivo en Olivar	Con suelo desnudo	Laboreo convencional No-laboreo Laboreo reducido	Semilaboreo Mínimo laboreo
	Con cobertura del suelo	Con cubierta inerte	Hojas y Restos de poda triturados Piedras Paja Materias diversas
		Con cubierta vegetal viva	Malas hierbas
		Planta cultivada con crecimiento controlado mediante siega	Cereal   Siega   Química con herbicida Leguminosa   Pastoreo

TABLA 1: Esquema de las diferentes alternativas de cultivo que pueden emplearse en olivar en secano.

Este ejemplo muestra claramente lo difícil que es realizar generalizaciones sobre las técnicas de cultivo más recomendables en olivar, sin haber tenido en cuenta previamente la naturaleza de suelo, las disponibilidades de agua, topografía del terreno, etc. Por ello, nunca deberíamos hablar de un único sistema de cultivo válido para el olivar en general, ni siquiera para una determinada explotación, ni para todos los años, sino que una vez conocidas en profundidad las características de la explotación, nos inclinaremos probablemente por varios de ellos, o por la utilización de sistemas mixtos, combinando dos o más de estos sistemas, debiéndose discutir previamente sus ventajas e inconvenientes, para posteriormente aplicarlos correctamente.

El sistema de cultivo que utilicemos debe cumplir, en principio, las exigencias siguientes:

- a) Optimizar el aprovechamiento del **agua** de lluvia, principal factor limitante de la producción del olivar.
- b) Permitir al cultivo el aprovechamiento integral del **suelo**.
- c) **Conservar el suelo**, defendiéndolo de la erosión.
- d) Facilitar la realización de todas las demás **prácticas de cultivo**, en especial la recolección de frutos, cuyo coste debe ser minimizado.

Como es natural, un sistema perfecto no existe, por lo que a continuación describiremos y discutiremos las posibles ventajas e inconvenientes de cada uno de los sistemas de cultivo alternativos al laboreo. En la Tabla 1 se presenta de forma esquemática las diferentes alternativas de cultivo que pueden utilizarse en el cultivo del olivar en seco.

## II.- SISTEMAS DE CULTIVO EN EL OLIVAR.

### II.1.- El laboreo.

**El laboreo** es el sistema de cultivo más ampliamente utilizado en olivicultura, hasta el punto que se han considerado como sinónimos los términos labrador y agricultor, lo que indica la gran importancia del laboreo en el conjunto de las técnicas de cultivo. El principal objetivo que persigue el agricultor cuando realiza las labores es aumentar las disponibilidades de **agua** para el cultivo en nuestra región

Son diversos los aperos de labranza empleados por el olivarero. De todos ellos el de uso más frecuente en España en la actualidad es el **cultivador de brazos flexibles**, empleado para realizar las labores de invierno y primavera, y cuya misión es preparar el suelo para infiltrar agua y eliminar las malas hierbas cuando estas tienen

un pequeño desarrollo, labor que se realiza con el terreno en tempero y que alcanza una profundidad entre 15-20 cm.

La **grada de discos** es empleada fundamentalmente en las primaveras lluviosas, para eliminar las malas hierbas cuando estas alcanzan un gran desarrollo. La profundidad de esta labor varía entre 15 y 25 cm. Este apero, al voltear el suelo, ocasiona grandes pérdidas de agua por evaporación cuando se utiliza durante la primavera, época en la que la demanda evaporativa es grande, dando lugar también a la compactación del suelo en profundidad, formando **suelas de labor** poco permeables, que limitan la infiltración del agua en profundidad, aspectos ambos de los que no siempre es consciente el olivadero.

Finalmente, en verano, cuando la superficie del suelo está totalmente seca, se realizan frecuentes labores muy superficiales, empleando **gradas de púas o ras-tras**, para pulverizar el suelo y tapar las grietas, tratando de evitar la evaporación.

La última de las operaciones de cultivo, que se realiza ya a final del verano, es la preparación del terreno para la recolección de la aceituna, utilizándose para ello un **rulo compactador liso**, siendo frecuente la aplicación de un herbicida residual bajo la copa de los olivos, normalmente **simazina**, lo que permitirá mantener el suelo libre de malas hierbas hasta el final de la recolección, práctica que ya viene siendo habitual en cualquiera de los sistemas de cultivo empleados en el olivar.

En los últimos años se observa una clara tendencia a reducir la profundidad y el número de labores, por lo que muchos agricultores están empleando el **vibrocul-tivador** como único apero de labranza, apero que consideramos idóneo en gran parte de nuestros olivares.

Una vez descritas en su conjunto las operaciones de **laboreo**, cabe preguntarnos, de nuevo, si este sistema de cultivo es el más idóneo. Las principales razones que impulsan al olivadero a labrar el suelo pueden ser las siguientes:

- a) airear y mullir el suelo;
- b) aumentar la capacidad para infiltrar agua;
- c) conservar la mayor cantidad posible del agua infiltrada en el terreno, reduciendo las pérdidas por evaporación
- d) enterrar los fertilizantes y la materia orgánica;
- e) eliminar las malas hierbas de una forma relativamente económica.

De toda estas razones, únicamente la mejora temporal de la infiltración parece justificar técnicamente el **laboreo**, dependiendo su eficacia del **tipo de apero** em-

pleado y del tempero del suelo en el momento en que se realizan las labores. De todas formas, la mejora de la infiltración por medio del laboreo tiene una corta duración, ya que cuando cae una lluvia de cierta intensidad sobre un terreno recientemente labrado, se produce una drástica reducción de la velocidad de infiltración en las lluvias siguientes. Trabajos de investigación (**Civantos y Torres, 1981; Pastor, 1991**) han puesto en entredicho la universalidad del laboreo como técnica más adecuada de cultivo en olivar, ya que en muchos casos tampoco es más eficaz y económico que los **herbicidas** en el control de las malas hierbas.

Las dos objeciones más importantes que cabe hacer al laboreo son: la rotura de raíces, que ocasiona un desequilibrio en la relación funcional hoja/raíz, lo que puede limitar el crecimiento y la producción del olivo; y las pérdidas de suelo por erosión que se ocasionan.

## II.2.- No-laboreo con suelo desnudo.

Un sistema alternativo al laboreo y aplicable al cultivo de olivar es el denominado **no-laboreo con suelo desnudo (NLD)**, sistema en el que se suprime totalmente el laboreo, eliminando las malas hierbas mediante la aplicación de herbicidas residuales en otoño y en preemergencia, dejando el suelo libre de la vegetación espontánea durante todo el año.



**Foto 2.-** Olivar cultivado en régimen de no laboreo. El suelo se mantiene libre de malas hierbas mediante la aplicación de herbicidas residuales en otoño, en preemergencia de las malas hierbas. El suelo ha sido despedregado para facilitar la recolección de las aceitunas caídas al suelo. Teniendo en cuenta que no se realizan labores, no es necesaria la preparación del suelo cada año. Olivar del t. m. de Castellar (Jaén).





Cuando no quieran emplearse los herbicidas residuales, también puede cultivarse en **NLD** recurriendo al empleo de herbicidas de contacto o traslocación, entre los que podemos recomendar **aminotriazol, diquat + paraquat, fluroxipir, glifosato, glifosato + MCPA, glufosinato de amonio, sulfosato**, o sus mezclas, a dosis que varían en función del tipo de malas hierbas a controlar, o de su desarrollo en el momento del tratamiento (**Saavedra y Pastor, 1994**). La aplicación temprana y/o con la hierba muy poco desarrollada permitirá unos mínimos costes, ya que podrán emplearse dosis mínimas con una gran eficacia herbicida. Normalmente son necesarias varias aplicaciones para mantener el **suelo totalmente** limpio de malas hierbas durante todo el año empleando estos herbicidas. Las aplicaciones en postemergencia son muy recomendables también en los casos en que se hayan producido problemas de **inversión de flora** debido al reiterado empleo de programas fijos a base de los mismos herbicidas residuales.

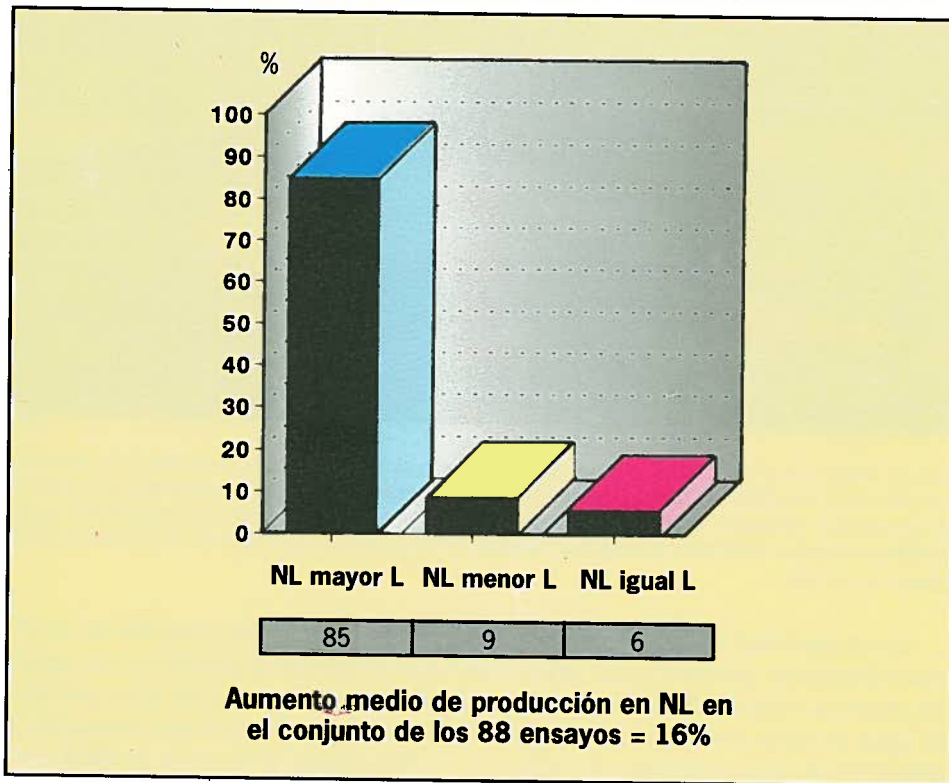


FIGURA 3: Resumen de los resultados de los ensayos sobre técnicas de no-laboreo realizados por diferentes Organismos Oficiales en Andalucía. Cada uno de los ensayos a los que se hace referencia se mantuvo en observación un mínimo de cuatro años. En la mayoría de los casos, la técnica de no-laboreo proporcionó consistentes aumentos de producción con respecto al laboreo convencional. El deficiente control de las malas hierbas y la reducción de la infiltración fueron los causantes de los malos resultados obtenidos en no-laboreo en cinco de los ensayos.



tierra, semicirculares y apoyadas sobre los troncos de los olivos para darles resistencia, y con desagües laterales para evitar la rotura frontal de la presa si esta se desbordara. Las pozas deben ser encadenadas entre si, lo que crea sobre el terreno un entramado que permite recoger gran parte del agua de escorrentía, acumulándola para su posterior infiltración. La realización de las pozas está mecanizada mediante el acoplamiento frontal al tractor de un apero con forma de media luna montado en los brazos de una pala cargadora con accionamiento hidráulico, palas que son muy frecuentes en las explotaciones olivereras. El coste de este apero es reducido, y el rendimiento horario de la operación de apozado puede ser de unos 40 olivos por hora, si se ha preparado el suelo previamente (**Morales y Pastor, 1991**).

Este sistema, además de reducir la erosión, limita el volumen de escorrentía, por lo que aumenta las disponibilidades de agua en el suelo para el cultivo (**Morales y Pastor, 1991**), lo que puede traducirse en un importante aumento de producción. Es lo que ocurrió en un ensayo realizado en Jabalquinto (Jaén), en el que la producción media de cuatro años aumentó en el sistema con **pozas** en un 18 % con respecto al cultivo en **NLD**, sistema con el que se venía observando una importante y sistemática pérdida de producción con respecto al laboreo convencional.

### II.3.- Semilaboreo

Se trata de un sistema mixto entre el laboreo convencional y el **NLD**, consistente en aplicar herbicida residual en la banda de árboles, o solamente bajo la copa de los olivos, dejando esta zona sin labrar, realizando el laboreo convencional en el centro de las calles. Mediante el empleo de esta técnica se obtuvo durante cuatro años, en cuatro olivares de la provincia de Jaén, un aumento medio de producción del 7 por 100 con respecto al laboreo convencional (**Hermoso y Morales, citados por Pastor, 1991**). En suelos con marcada tendencia a la formación de costra superficial, en los que puede producirse una fuerte limitación de la infiltración, esta técnica es preferible al **NL** con suelo desnudo.

Las estrategias a seguir en cuanto al empleo de herbicidas son idénticas a las consideradas en el caso del **NLD**.

### II.4. Mínimo laboreo.

Otro sistema interesante podría ser el **mínimo laboreo (ML)**, sistema bastante similar al **semilaboreo**, con la diferencia de realizarse una o dos labores superficiales (5 cm) durante el año, cuya misión es romper la *costra superficial* que limita la infiltración, aplicándose un herbicida residual a toda la superficie para poder mantener la vegetación controlada durante todo el año. Debe quedar claro que en este sistema el objetivo del laboreo no es controlar las malas hierbas.



**Foto 4.-** Aunque el laboreo es el sistema de cultivo más empleado por los olivaderos, las técnicas de mínimo laboreo ofrecen grandes ventajas sobre el laboreo convencional, entre ellas la economía de agua y la reducción de los costes de cultivo. En este sistema, y gracias a la aplicación de herbicidas, pueden suprimirse las labores durante la primavera, lo que desde el punto de vista de la producción puede producir ciertas ventajas. Olivar de la comarca de El Condado (Jaén) cultivado en régimen de mínimo laboreo, en el momento de realizarse la única labor anual.

Estas labores superficiales se realizarán cuando las pérdidas de agua sean mínimas, o cuando no dañemos el sistema radicular del olivo, no debiéndose **nunca** labrar durante la primavera. Desde el punto de vista de la mejora de la infiltración, el mejor momento de realizar las labores es a principio de verano, cuando la capa superficial está ya seca, siendo suficiente con esta única labor anual. Sin embargo, existen ciertos suelos cuya superficie se endurece excesivamente tras su desecación, y cuando llevan varios meses sin ser labrados, por lo que en verano es casi imposible el laboreo, si no se ha hecho antes. En este caso deben realizarse dos labores muy superficiales anuales, la primera de ellas durante el invierno, labrando una segunda vez en verano, lo que preparará el terreno para recibir las lluvias otoñales.

En la Figura 4 presentamos un resumen de las producciones obtenidas en diferentes ensayos realizados en Andalucía en los últimos años, comparándose el **ML** con técnicas de referencia talos como el **laboreo** convencional y **NLD**. En la mencionada figura vemos como en 5 de los 6 ensayos realizados la producción media en **ML** fue mayor que en laboreo, y equiparable a la obtenido en **NLD**.

En las fincas Ordóñez y Guija 11 (Figura 4) con suelos fuertes y en pendiente, con marcada tendencia a la formación de costra, fue en las que el sistema de **ML** proporcionó los resultados más interesantes con relación al **NLD**. En estas dos fincas se venía perdiendo producción en **NLD** con respecto al sistema convencional.

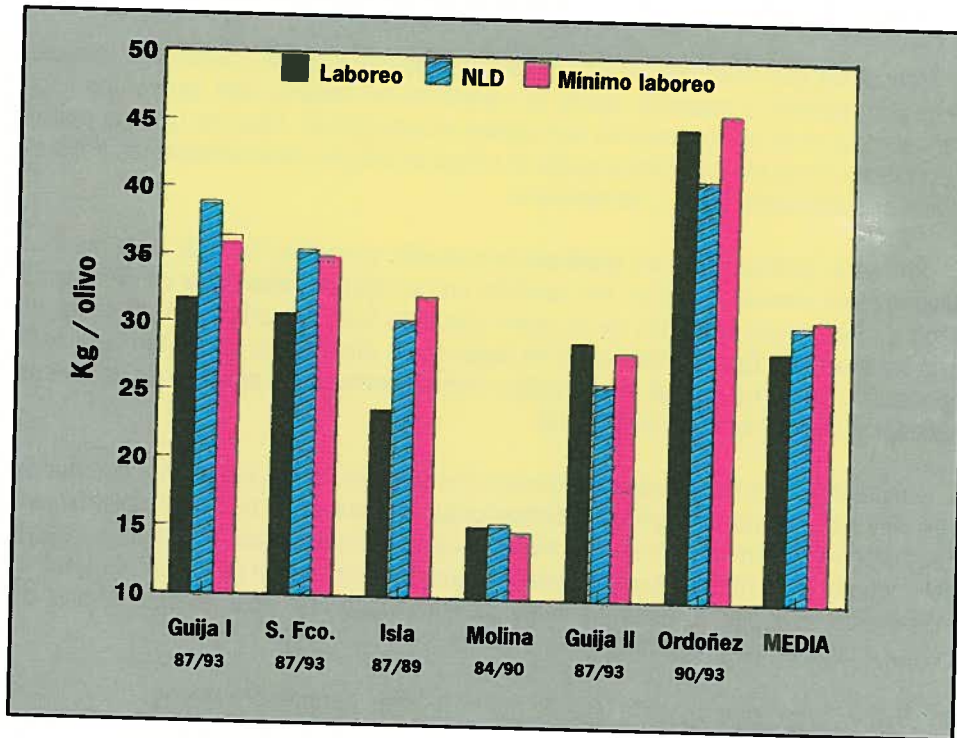


FIGURA 4: Resumen de los resultados obtenidos en seis ensayos en los que durante varios años, se compararon tres sistemas de cultivo (L, NLD y mínimo laboreo). El ML proporcionó la producción media mayor. En las fincas en las que se perdía producción al aplicar la técnica de NLD (Guija 11 y Ordóñez), el ML resolvió este problema, ya que la rotura de la costra superficial mejoró la velocidad de infiltración del agua en el suelo.

### II.5.- Sistemas de cultivo con cubierta.

Desde el punto de vista del **control de la erosión**, el cultivo con cubierta parece la solución más eficaz (**Blevins, 1986**). Sin embargo, cubrir el suelo es, por diversos motivos, difícil en un cultivo de secano como el olivar. Como vemos en el esquema presentado en la Tabla 1, existen dos posibilidades para lograr la cobertura del suelo, las **cubiertas inertes**, y las **cubiertas vivas**. Cualquier estrategia que permita de un modo económico cubrir el suelo, sin que se establezca competencia con el olivo, siempre es recomendable. En las líneas que siguen se realiza un análisis de diversas estrategias, revisando cual es el posible ámbito de aplicación de cada una de ellas.

### II.5.1.- Cultivo con cubierta inerte.

El cultivo con **cubierta inerte** (plásticos, paja, mantas porosas sintéticas, restos vegetales, etc.) parece una utopía en plantaciones adultas, ya que su coste, debido a la cantidad de material necesaria, hace prácticamente inviable su uso.

Pensamos que solamente las hojas desprendidas del propio cultivo y el material de poda troceado y repartido sobre la superficie del terreno, que tienen una gran persistencia en el suelo, parecen ser viables en olivicultura. Una vez que los restos de poda son troceados mecánicamente, el riesgo de plagas, como el barrenillo (*Phloeotribus scarabeoides*, Bern.), desaparece.

En suelos pedregosos, las **pedras** de pequeño y mediano tamaño, que muchos olivaderos se afanan en retirar, son también una excelente **cobertura** en olivares de secano. Basta con retirarlas de la zona que está bajo los árboles para tener un excelente aliado. Existe maquinaria de bajo coste que realiza correctamente esta operación. Como es natural, en un cultivo con **cobertura de piedras** se impone la aplicación de prácticas de no-laboreo.

En plantaciones muy jóvenes, y durante los primeros años, pensamos que puede ser muy interesante el empleo de **coberturas inertes** en la poceta de plantación. Esta práctica, permitirá conservar mejor el agua y beneficiarse, en algunos casos, del aumento de la temperatura del suelo, lo que trae consigo un desarrollo vegetativo más rápido de la planta. Tenemos una experiencia favorable en el empleo de paja de cereal o láminas de polietileno.

### II.5.2.- Cultivo con cubierta viva de malas hierbas durante el invierno.

Pensando en la resolución eficaz del problema de la erosión, puede plantearse el empleo de **cubiertas vegetales (Blevins, 1986)** en el centro de las calles, manteniéndolas vivas hasta el final del invierno, momento en que debe realizarse la siega, lo que evitará que la planta siga consumiendo agua.

Para que esta práctica sea agrónomicamente viable; debe plantearse la formación de la cubierta a expensas del aumento en las disponibilidades de agua en el suelo, debido a la aplicación de este sistema de cultivo. La presencia de la cubierta aumenta la infiltración durante el período de lluvias (**Pastor, 1989b**), mientras que los restos vegetales secos, junto con la ausencia de labores, pueden reducir la velocidad de evaporación del agua desde el suelo durante la primavera y verano (**Castro, 1993**).

El empleo de **cubiertas de malas hierbas segadas químicamente con herbicidas (NLCI)** proporcionó muy buenos resultados desde el punto de vista de la producción del olivar (**Pastor, 1991**), consiguiéndose un aumento de cosecha del

21 % con respecto al laboreo para el conjunto de los 10 ensayos realizados (Figura 5), que en una de las fincas tuvo una duración de 19 años. La producción en **NLCI** fue ligeramente inferior a la del **NLD**.

Sin embargo, la mayor dificultad que planteó el cultivo con este tipo de cubierta de invierno fue el adecuado manejo de las malas hierbas, lo que podría plantear en muchos casos ciertos problemas al agricultor. Entre ellos podríamos destacar la **inversión de flora**, consecuencia de un uso incorrecto de los herbicidas (**Pastor y col., 1986**), y la **competencia** por el agua y nutrientes entre las malas hierbas y el cultivo, como consecuencia de un inadecuado manejo de la cubierta (**Pastor, 1989a**), bien por un poco eficaz sistema de siega, o por realizar la siega cuando la cubierta ya ha consumido una buena parte del agua del suelo (**Castro, 1993**).

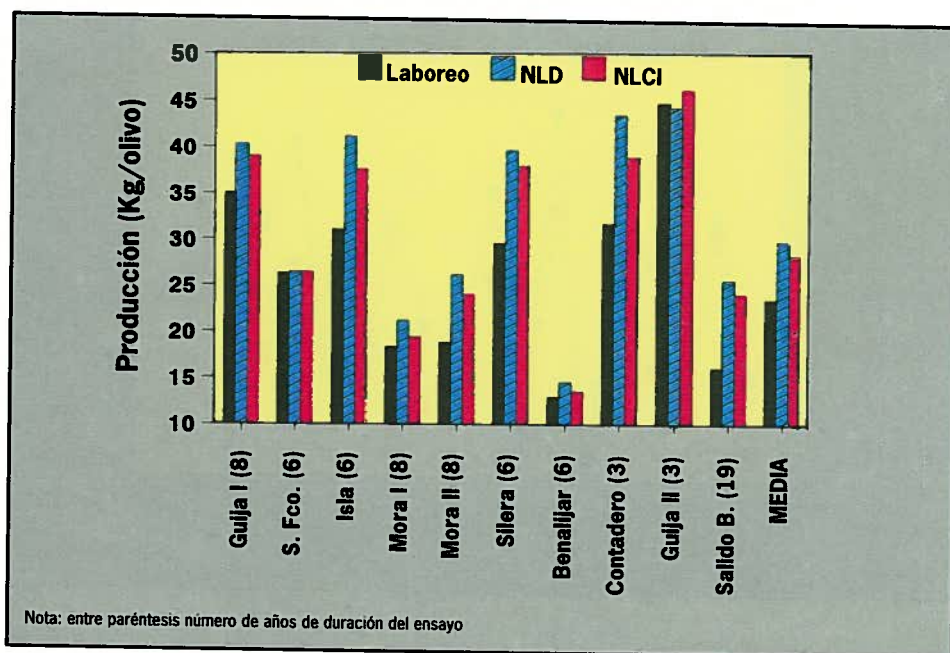


FIGURA 5: El empleo de técnicas de NL con suelo cubierto de malas hierbas durante el invierno (NLCI), aplicando herbicida residual bajo la copa de los olivos, puede ser una buena práctica de cultivo, observándose que en los 10 ensayos realizados en Andalucía durante varios años la producción de aceitunas en NLCI fue mayor que en laboreo convencional, sin embargo, las producciones fueron un poco menores que en el NLD.

En la provincia de Córdoba, en un alto medio, debe segarse la cubierta durante la tercera semana del mes de marzo, adelantando la fecha de siega en los años más secos (**Pastor, 1989a**). Se recomienda igualmente realizar una aportación de nitrógeno, complementaria al abonado del olivar.

Existen diferentes sistemas para la siega de la cubierta:

- **Siega mecánica** empleando segadoras convencionales o desbrozadoras accionadas por el tractor, que ocasionan problemas de manejo de tipo mecánico, especialmente en los suelos pedregosos o en los que tienen una cierta pendiente.

- **Siega química** pulverizando herbicidas de contacto o traslocación sobre las malas hierbas que constituyen la cubierta.

- **Siega a diente**, pastoreando con ganado ovino.

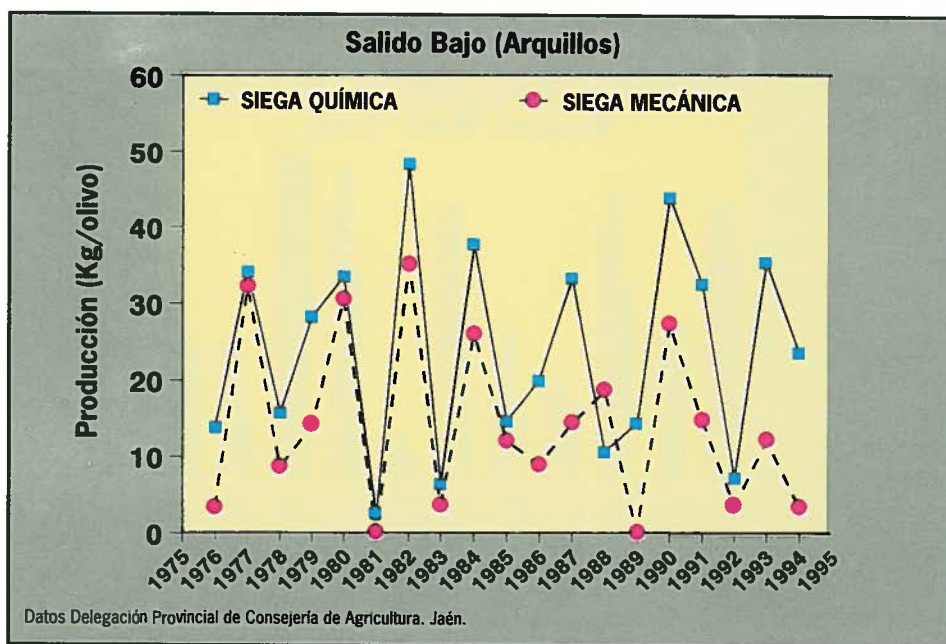


FIGURA 6: Los sistemas de siega química para el manejo de la cubierta parecen mucho más eficaces que los de siega mecánica. Los datos del ensayo que presentamos, realizado en Navas de San Juan (Jaén) por técnicos de la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca de esta provincia, muestran unas graves pérdidas de producción en el olivar en el que las malas hierbas se manejaron mediante siegas con desbrozadora.

Se ha intentado utilizar sistemas de **siega mecánica** para el control de la transpiración de la cubierta vegetal. Sin embargo, los resultados han sido poco satisfactorios en el olivar de secano, ya que en unos casos el rebrote de la hierba, y en otros la selección de la flora hacia especies de porte rastrero o especies perennes, han ocasionado graves problemas de competencia por agua y nutrientes con el cultivo, lo que normalmente suele traducirse en importantes reducciones en la producción del olivar (Civantos y Torres, 1981; Pastor, 1991).



Muy ilustrativos son los resultados del ensayo a largo plazo planteado en 1975 en la localidad de Navas de San Juan por técnicos de la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca de Jaén (Figura 6), que muestran cómo el manejo con **siega mecánica** ocasionó anualmente unas significativas pérdidas de cosecha con respecto a la **siega química** con herbicida de contacto, para el periodo de 19 años que duró el ensayo; pérdidas medias de producción de casi 10 kg por olivo y año, equivalentes a un 69 %. Con respecto al olivar labrado se observó igualmente una sensible reducción de la producción.

Otra forma de manejo de la cubierta podría ser el **pastoreo con ganado ovino**. Aunque no tenemos datos contrastados de producciones con respecto a otros sistemas de siega, el método podría ser viable en **olivicultura extensiva de Sierra**, siempre que se emplee una carga ganadera suficiente como para haber consumido la cubierta antes de iniciarse la competencia por el agua con el olivo. Un inconveniente de este sistema productivo podrían ser la compactación superficial del terreno por las pezuñas del ganado cuando se pastorea después de una lluvia, lo que limitaría la infiltración. Además, una insuficiente cobertura del terreno después de un pastoreo excesivamente intenso podría dejar el suelo descubierto e indefenso ante la erosión. Sin embargo, este sistema podría remunerar en *carne* las posibles pérdidas de producción de aceitunas, lo cual compensaría económicamente al oliverero.

Intentando facilitar su manejo, proponemos el empleo de cubiertas en las que predomine una única especie, o una mezcla de especies de una única familia lo que puede conseguirse, entre otras formas, haciendo evolucionar la flora natural mediante el empleo de herbicidas. Por ejemplo, aplicando en invierno herbicidas como **M.C.P.A., tribenuron o fluroxipir**, que controlan únicamente las especies de hoja ancha, se podría hacer evolucionar la vegetación natural hacia una cubierta de gramíneas (*Bromus spp.*, *Hordeum marinum*, *Lolium rigidum*, o *Poa annua*), especies muy olivereras que además de ser muy eficaces para luchar contra la erosión, son fáciles de segar mediante aplicaciones de herbicidas no residuales de muy bajo impacto ambiental, como **glifosato o sulfosato**, utilizados a dosis muy bajas.

Una vez logrado el tipo de cubierta deseada, es fundamental el correcto manejo de la misma, debiendo asegurarse que el **banco de semillas** presente en el suelo permita el afltoestablecimiento al año siguiente. Para ello deben dejarse sin segar determinadas zonas para producción de semillas, de modo que el grado de competencia que se establezca con el olivo no comprometa su producción. Bandas estrechas en el centro de las calles es una solución adecuada. Las semillas así producidas deben esparcirse en verano por todo el terreno empleando una **rastra**.

### II.5.3.- Cultivo con cubierta viva de cereal o veza.

Cuando utilizando los procedimientos ya descritos no logramos establecer la cubierta adecuada, o esta puede crearnos problemas de competencia con el olivo, no

quedará más remedio que recurrir a la siembra de una especie vegetal de manejo más sencillo en las interlíneas del olivar. Para ello recomendamos especies adaptadas al cultivo en secano, talos como **cebadas o vezas**, cuyas semillas son fáciles de conseguir, tienen un bajo precio, son de ciclo otoño-invierno, y su cultivo es muy bien conocido por el agricultor.

Durante varios años se han realizado ensayos con este tipo de cubiertas en la provincia de Córdoba, lo que nos ha permitido aceptar técnicamente la viabilidad agronómica de este sistema de cultivo.



Foto 5.- Olivar cultivado con cubierta de cebada sembrada en las calles de la plantación. Durante el otoño e invierno la cubierta debe dejarse crecer sin ningún tipo de cuidado especial. solamente recibirá 50 kg. N/ha en las primeras fases de crecimiento, como abonado complementario al que recibirá el olivar.

La siembra debe realizarse en los primeros días del otoño, para que las semillas germinen con las primeras lluvias, de modo que en poco tiempo se consiga una buena cobertura del terreno. La cubierta así obtenida debe dejarse crecer sin otro tipo de cuidado especial durante el período otoño-invierno.

Desde el punto de vista de persistencia de los restos vegetales sobre el terreno, aspecto de gran importancia para el control de la erosión, el **cereal** parece más interesante que la **leguminosa**, ya que los restos de veza son rápidamente degradados por los microorganismos del suelo (**Van Huyssteen y col., 1984**), por lo que la cantidad de residuos que quedarán sobre el terreno cuando se produzcan las prime-

ras lluvias otoñales será muy escasa, y en consecuencia la protección del suelo puede resultar insuficiente.

Una vez que hemos conseguido una buena cobertura del suelo (un 70 % podría ser suficiente), debe realizarse la **siega** de la cubierta para evitar que continúe consumiendo agua eliminando así la competencia con el olivo.

En un año medio y para las condiciones climáticas de Córdoba, la **fecha idónea** para la siega de la cubierta se sitúa también en torno a la **tercera semana del mes de marzo**, que en el caso del **cereal** correspondería al inicio del **encañado (Castro, 1993)**. Esta fecha también podría mantenerse para las cubiertas de **veza**, momento que fenológicamente parece coincidir con la **aparición de las primeras flores (Humanes y Pastor, 1995)**.



Foto 6.- Olivar con cubierta de cebada después de la siega química con *glifosato*. Una vez que la cebada alcanza el encañado, que en Córdoba se produce en un año medio a mitad del mes de marzo, debe realizarse la siega de la cubierta. Obsérvese el efecto de la cubierta + el tratamiento de *glifosato* sobre el control de las malas hierbas. Este sistema muestra grandes posibilidades para el control de la erosión

La siega puede realizarse **mecánicamente**, utilizando destrozadoras, o **químicamente**, pulverizando herbicidas de traslocación sobre la cubierta, lo cual permite dejar los restos vegetales unidos al suelo por sus propias raíces, lo que podría aumentar su persistencia.

En el caso de la **cebada** también los sistemas de **siega química** son más eficaces y económicos que los de **siega mecánica**, ya que el rebrote de la propia cubierta o la inversión de flora hacia especies perennes o hacia las anuales de porte rastro, podría obligar a intervenciones repetidas de siega a lo largo de la primavera y/o a un control poco eficaz de la vegetación, con las consiguientes pérdidas de agua por transpiración (**Castro, 1993**), y las consiguientes pérdidas de producción.

En el caso de la **cebada** son eficaces las aplicaciones de herbicidas no residuales talos como **glifosato o sulfosato** en tratamientos con bajo volumen de agua, empleando dosis entre **0,54 y 0,72 kg/ha**, en función del desarrollo del cereal. La **veza** plantea ciertas dificultades para su siega química empleando los anteriores tratamientos herbicidas. Sin embargo, **fluroxipir + glifosato (0,20 + 0,36 kg/ha.)** nos ha proporcionado resultados muy aceptables.

Debido a la escasa capacidad de rebrote de la **veza**, la **siega mecánica** de esta cubierta al comienzo de la floración ha sido tan eficaz como la **siega química** (**Humanes y Pastor, 1995**).

El cultivo con cubiertas de cereal demanda un abonado complementario a la fertilización normal del olivar. Podemos cifrar estas necesidades en unas **50 UF/ha. de nitrógeno**, (**Van Huyssteen y Van Zyl, 1984**) siendo muy importante esta práctica, ya que el bloqueo temporal de nitrógeno puede ocasionar problemas de deficiencia para el cultivo al principio de la primavera, coincidiendo con un momento de grandes necesidades para el olivo.

Una solución a este problema podría ser el empleo como cubierta de plantas, como las leguminosas, que son fijadoras del nitrógeno atmosférico. Un ensayo realizado por **Ortega Nieto (1963)** durante más de 10 años en un olivar de Jaén mostró que un cultivo intercalar de veza cada dos años era capaz de sustituir, ventajosamente, a la fertilización mineral nitrogenada.

Una mezcla **veza+cebada** podría ser igualmente interesante, sin embargo, su manejo es más difícil ya que consume grandes cantidades de agua a lo largo de su ciclo vegetativo.

Durante seis años se han realizado ensayos en tres fincas de la provincia de Córdoba, en los que se ha estudiado el efecto de la **cubierta de cereal** sobre la producción del olivar. Se ha demostrado (Figura 7) que cuando el manejo de la cubierta es correcto en cuanto a fecha de siembra, tipo de cubierta, fertilización, y elección del momento idóneo y modalidad de siega, la producción puede no verse afectada negativamente con respecto al laboreo tradicional o frente al **NLD**.

Con la finalidad de hacer viable el cultivo con cubierta, es necesario igualmente facilitar la recolección de las aceitunas, ya que esta operación representa el coste de

cultivo más importante. Para ello comenzaremos por preparar los *suelos* meticulosamente antes de implantar este sistema, alisándolos y despedregándolos, aplicando anualmente a principio de otoño un herbicida residual bajo la copa de los árboles o en las líneas de plantación, para mantener esta zona libre de malas hierbas.

Para implantar la cubierta se seguirá el procedimiento que explicamos a continuación. En el centro de las calles se preparará el terreno para la siembra, se abonará, sembrándose en franjas la cubierta, que se dejará crecer durante el otoño e invierno. A final del invierno se realizará la siega química de la cubierta, dejando los restos vegetales sobre el terreno hasta el otoño.

Cuando la parcela no plantee graves problemas de erosión podría establecerse la cubierta en calles alternas del olivar, rotando estas zonas en años sucesivos.

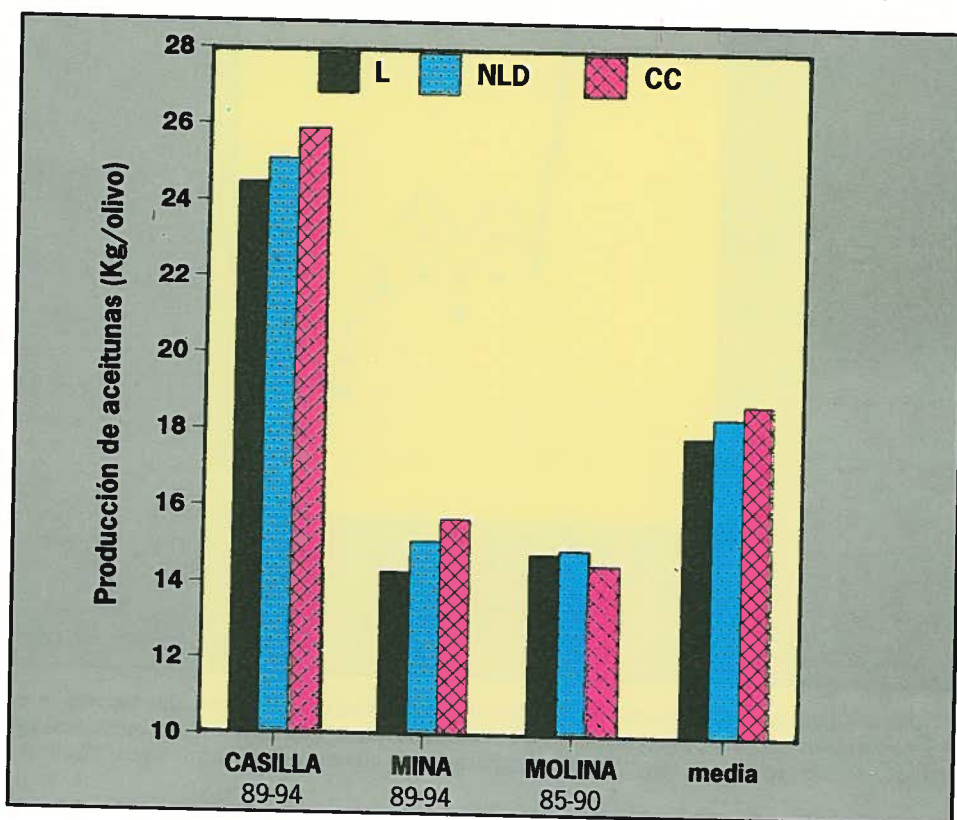


FIGURA 7: El cultivo empleando una cubierta de cebada sembrada en el centro de las calles, aplicando herbicidas bajo la copa, ha proporcionado resultados interesantes durante varios años en tres olivares de secano de la provincia de Córdoba. A pesar de la presencia del cereal en las calles durante el período otoño-invierno, las producciones no se resintieron con respecto a los olivares con suelo desnudo (L y NLD). El secreto es realizar la siega química de la cubierta a final de invierno, cuando se inicia el encañado de la cebada.

Puede caber la duda de la viabilidad del cultivo con cubierta vegetal durante los años muy secos. En el año 1994/95, en el que la pluviometría total fue de 320 mm con lluvias relativamente abundantes en otoño, y un invierno y primavera muy secos, el suelo del olivar cultivado con cubiertas vivas de **cebada o veza**, manejadas como anteriormente se ha indicado, se mantuvo permanentemente más húmedo que un suelo desnudo de vegetación sometido a mínimo laboreo, lo que nos permite ser optimistas sobre el futuro de estas técnicas de cultivo (Figura 8).

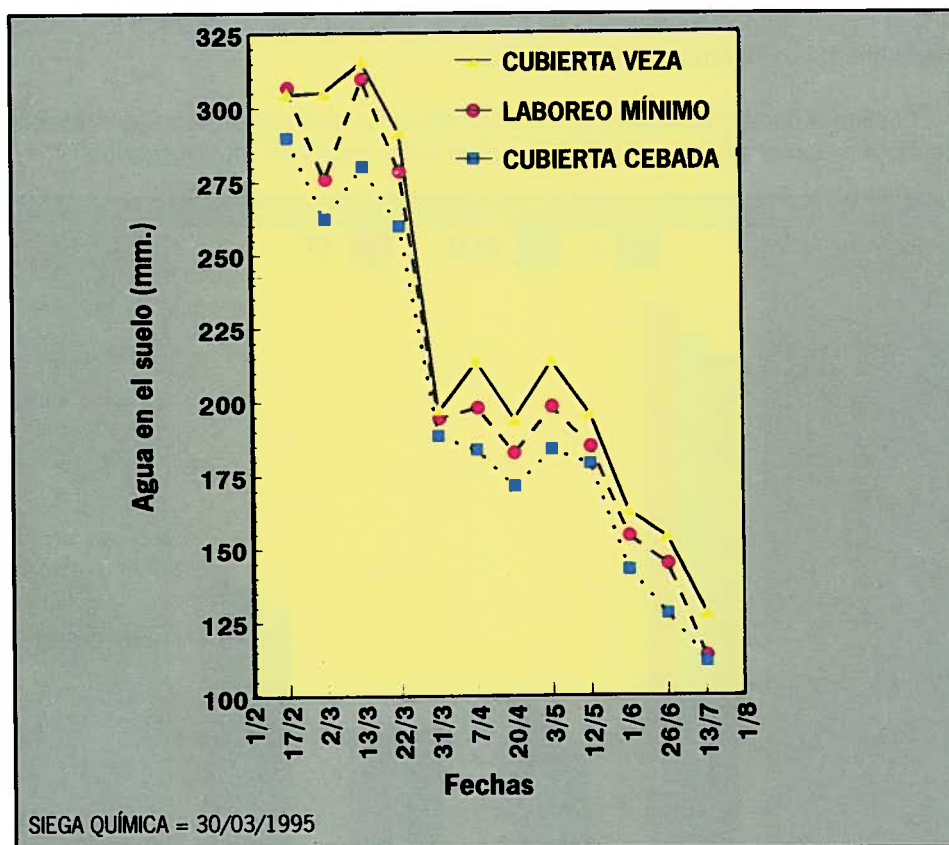


FIGURA 8: En los años secos pueden surgir dudas sobre la viabilidad del cultivo con cubiertas vegetal. En 1995, que fue uno de los más secos de la historia reciente, las disponibilidades de agua fueron, a lo largo del año, mayores en el suelo con cubiertas de cebada o veza que en laboreo mínimo (suelo desnudo).

Los problemas más importantes que la aplicación de esta técnica puede plantear al oliverero son también la **competencia por el agua con el olivo**, si la siega no es eficaz; y el peligro de **incendio provocado**, si en primavera y después de la siega no se produjeran lluvias. Una vez que la paja se ha mojado se producen alteraciones microbianas que la hacen poco combustible.

### III.- FACTORES QUE DETERMINAN LA ELECCIÓN DEL SISTEMA DE CULTIVO

#### III.1.- Disponibilidades de agua en el suelo

Las disponibilidades de agua para un cultivo de secano vienen determinadas por la expresión:

**lluvia + aporte capa freática - escorrentía - evaporación - drenaje profundo**

Si despreciamos el aporte de la capa freática y el drenaje profundo, términos que pueden ser despreciables en la mayoría de los casos en cultivos tradicionales de olivar en secano, la disponibilidad final de agua para el olivo tiene dos términos principales: la **infiltración** (diferencia entre el agua de lluvia y la escorrentía superficial) y la **evaporación**.

Casi todos los agricultores son conscientes de las importantes pérdidas de agua que supone la **escorrentía** durante los aguaceros de cierta intensidad, pero pocos son conscientes de la importancia cuantitativa de la **evaporación**, ya que es difícil de apreciar. En zonas áridas, como Andalucía, las pérdidas de agua imputables a la evaporación son cuantiosas (**Fischer y Turner, 1978**).

Los sistemas de manejo del suelo modifican sustancialmente la infiltración y la evaporación de agua desde el suelo. En los apartados que siguen estudiaremos las modificaciones en las propiedades físicas de los suelos como consecuencia del sistema de cultivo empleado, lo que finalmente se traducirá en diferencias en las disponibilidades finales de agua. Esto tiene una gran importancia, ya que en zonas áridas y en cultivo de secano, pequeñas variaciones en las cantidades de agua disponibles pueden afectar significativamente al crecimiento y producción del cultivo.

El mejor reflejo de las disponibilidades globales de agua en el suelo es el crecimiento vegetativo y producción del cultivo medido en unas condiciones en las que la falta de humedad es el principal factor limitante. En estas condiciones es frecuente obtener respuestas mejores en no-laboreo que en suelo labrado (**Gras y Trocme, 1977; Zaragoza y col., 1990; Pastor, 1991**). En un ensayo realizado en Mengibar, los olivos cultivados en **no-laboreo** alcanzaron en el transcurso de los años un mayor volumen de copa y mayor producción que los de la parcela labrada (Figura 9), lo que evidencia unas mayores disponibilidades de agua en el suelo a lo largo del ciclo vegetativo.

A continuación estudiaremos la influencia de los sistemas de cultivo sobre la **infiltración** y sobre la **evaporación**, determinantes principales de las disponibilidades de agua para el olivo.

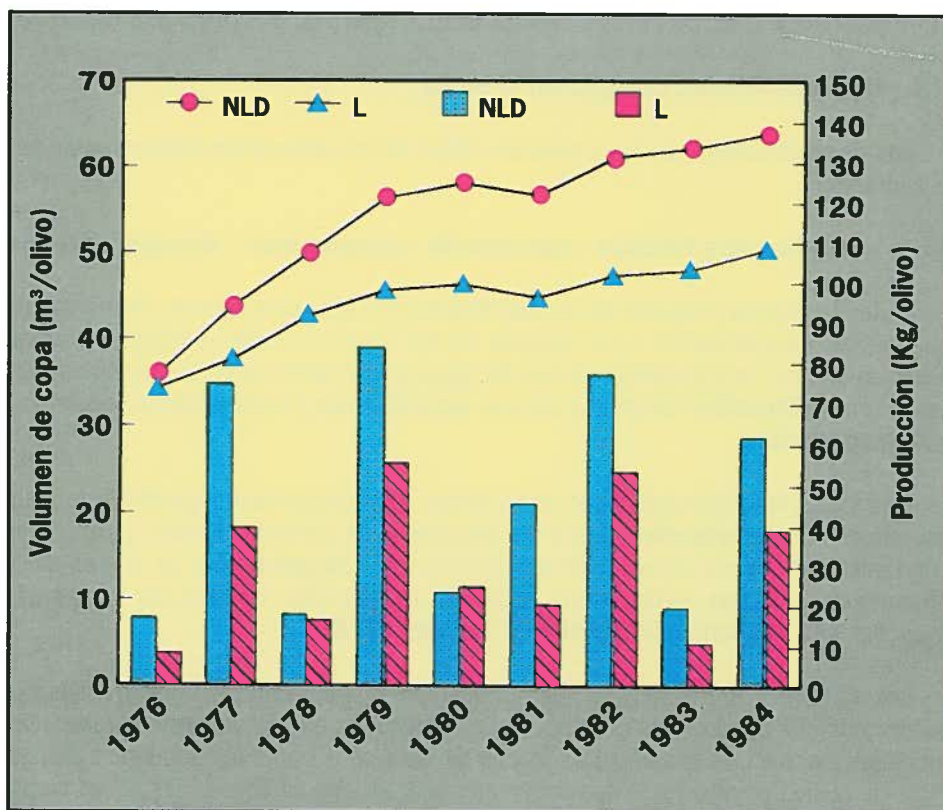


FIGURA 9: Evolución en el tiempo de la producción y del volumen de copa de los olivos en nolaboreo y en laboreo convencional. Finca Venta del Llano (Mengibar-Jaén). En el periodo de tiempo considerado, los resultados obtenidos evidencian unas mayores disponibilidades de agua en el sistema sin laboreo. Líneas (evolución del volumen de copa), barras (producciones obtenidas).

### III.1.1.- Infiltración de agua en el suelo.

Aunque el laboreo aumenta aparente y momentáneamente la velocidad de infiltración (**Pastor, 1989b**), determinaciones realizadas durante varios años en olivares que vegetan sobre diferentes tipos de suelo, muestran como al final del invierno los terrenos labrados no siempre han almacenado una mayor cantidad de agua que los que permanecieron sin labrar durante varios años (Figura 10), no habiéndose observado en ningún caso diferencias significativas entre **laboreo** y **NLD**. Tengamos en cuenta que no todas las lluvias producen escorrentía, y que una vez mojada la superficie del terreno, en **NLD** aumenta la velocidad de infiltración (**Pastor, 1989b**). Por otra parte, el impacto de las gotas de agua de lluvia altera rápidamente la superficie del suelo labrado, y tras su desecación se produce la formación de la costra, lo que también reduce drásticamente su velocidad de infiltración (Figura 11), pudiendo al-



canzar un suelo labrado, después de un fuerte aguacero, niveles de escorrentía superficial similares a los observados en no-laboreo. Por tanto, si en un sistema con laboreo quisiéramos mantener siempre una alta velocidad de infiltración en la superficie del suelo, habría que labrar inmediatamente después de cada episodio de lluvia, lo que, como veremos más adelante, también plantearía ciertos inconvenientes. Una labor anual que en el momento oportuno rompa la costra, puede hacer aumentar la infiltración hasta niveles similares a los observados en laboreo tradicional (Figura 12).

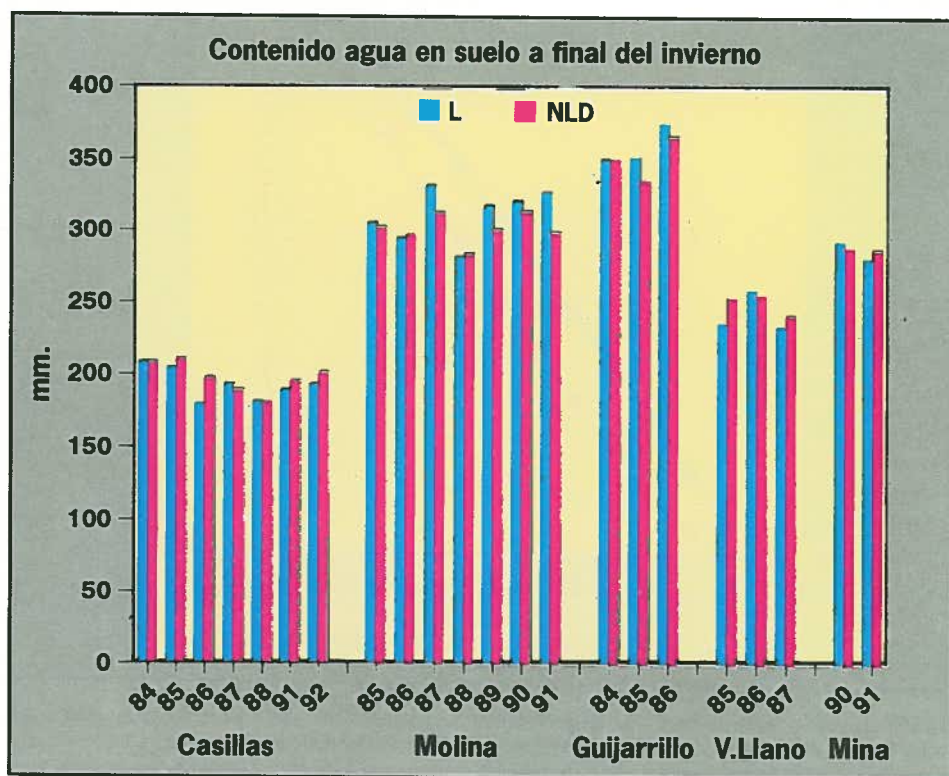


FIGURA 10: Contenido de agua en el suelo a final de invierno en L y NLD en varios ensayos de manejo del suelo en olivar. Las pequeñas diferencias observadas entre L y NLD no resultaron ser significativas en ninguno de los ensayos o años estudiados.

En los terrenos en **NLD** la formación de la **costra superficial** ocasiona la reducción de la velocidad de infiltración, ya que reduce la permeabilidad durante los primeros momentos del aguacero, en los que las lluvias comienzan a humedecer superficialmente el suelo. En un olivar existen dos zonas claramente diferenciadas desde el punto de vista de la infiltración: **el centro de la calle, y bajo la copa** de los olivos. En esta zona la infiltración es muchísimo mas alta, incluso en **NLD (Pastor, 1989b)**.

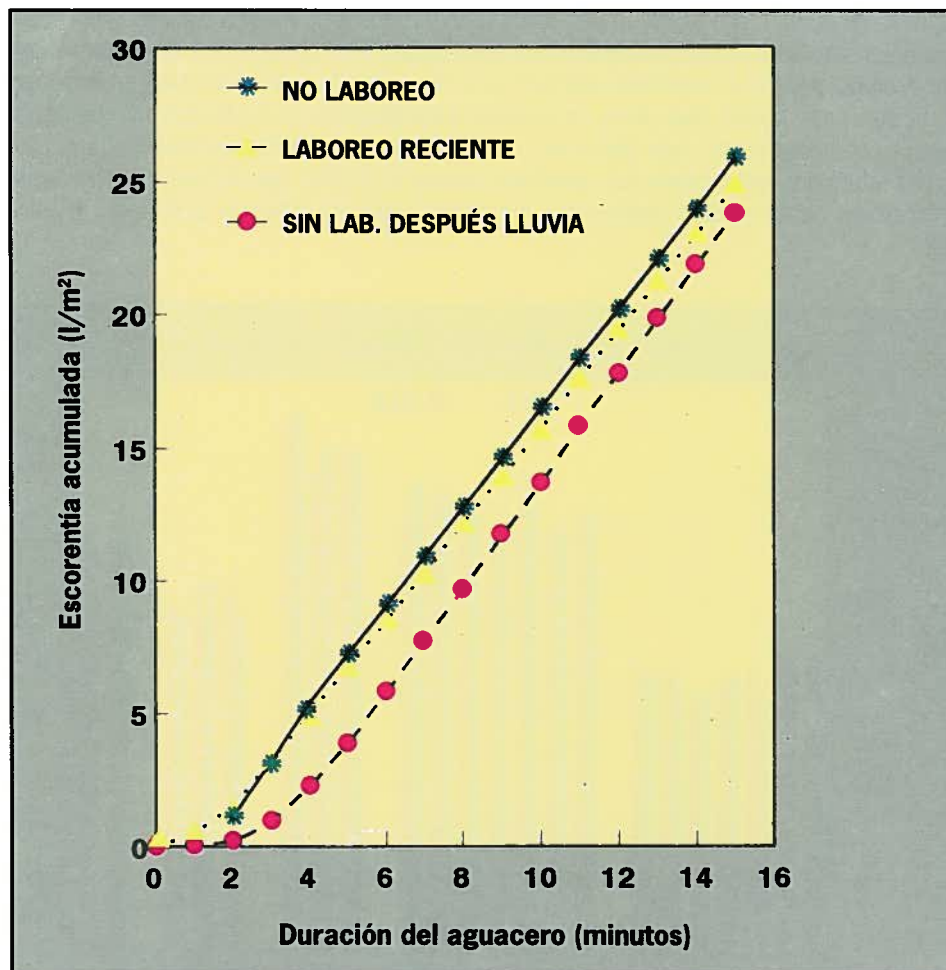


FIGURA 11: El impacto de las gotas de lluvia sobre un suelo labrado altera su estructura y afecta a la velocidad de infiltración. Cuando la lluvia se produce sobre un suelo recientemente labrado, se observa una alta velocidad de infiltración durante los primeros minutos del aguacero. Después de la lluvia, si no se labra de nuevo, se produce una apreciable reducción de la infiltración, por lo que los volúmenes de escorrentía generados son grandes y bastantes similares a los observados en un suelo en NLD durante años. Los datos corresponden a un ensayo realizado en Cabra (Córdoba) empleando un simulador de lluvia.

Los suelos con una mala estructura y marcada tendencia a la formación de **cos-tras** en su superficie, son los menos idóneos para **NLD**, ya que **en ellos** se produce un descenso importante de la velocidad de infiltración. En estos suelos, el laboreo realizado de una forma moderada puede ser recomendable. La aportación de materia orgánica cada cierto tiempo puede mejorar permanentemente la infiltración en **NL** en este tipo de suelos (**Aguilar y col., en prensa**).

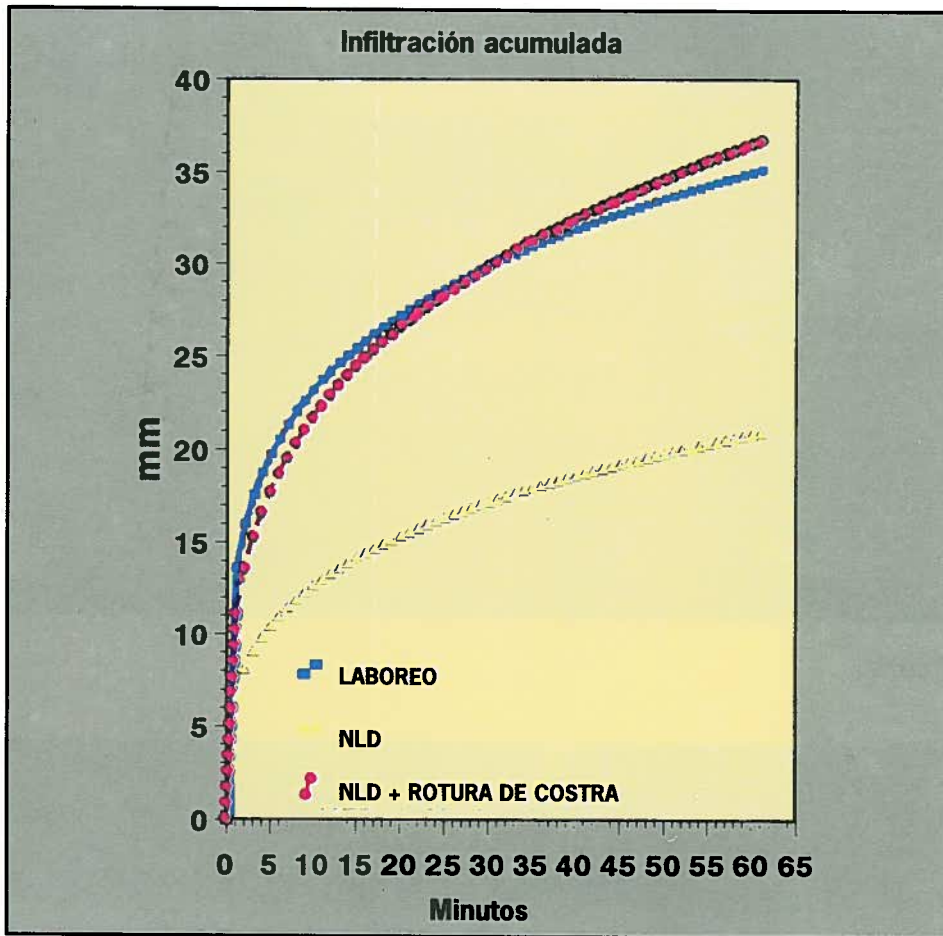


FIGURA 12: La costra formada en la superficie de los suelos cultivados en NLD reducen drásticamente la velocidad de infiltración. La rotura de esta costra mediante una labor muy superficial aumenta la infiltración hasta niveles similares a los observados en un suelo labrado de forma convencional. Finca "El Guitarrillo" (Santaella), suelo franco arcilloso.

Los aperos de labranza dejan el suelo superficialmente mullido y disgregado, teóricamente ideal para infiltrar el agua. Sin embargo, debajo de esta capa es muy frecuente que existan capas compactadas a cierta profundidad (**suelas de labor**) que son aún menos permeables que la **costra**, y que son las responsables de la reducción de la infiltración en profundidad en los terrenos labrados (**Pastor, 1989b**). La **suela de labor** se produce debido al paso reiterado de los aperos de labranza, lo que compacta capas relativamente profundas del suelo, agravándose aún más el problema cuando se realizan las labores con el suelo húmedo, o cuando se emplean aperos como las **vertederas** o **gradas de discos**.





Foto 9

**Fotos 7, 8 y 9.**- Las disponibilidades de agua para el cultivo dependen en gran medida de la infiltración del agua de lluvia en el suelo. Aunque tradicionalmente se ha creído que el laboreo es el sistema que permite una mayor infiltración, los conocimientos actuales no confirman esta opinión generalizada. El cultivo con cubierta vegetal permite infiltrar una mayor cantidad de agua en profundidad. Las fotografías que presentamos, realizadas en parcelas adyacentes con escasos intervalos de tiempo muestran la infiltración de agua en el suelo el día 22 de enero de 1996, después de una lluvia intensa, se trata de un suelo franco-arcilloso-arenoso del tipo *Xerofluvent típico* en la finca Alameda del Obispo en Córdoba, en el que en la parcela labrada existe una "suela de labor a 20-30 cm. de profundidad. En los suelos desnudos de vegetación (laboreo y no-laboreo), la infiltración fue mucho más lenta que el suelo con cubierta natural de gramíneas (bromo, ballio y cebadillas).

En la Figura 13 presentamos los contenidos de agua a diferentes profundidades del perfil del suelo el día 4 de abril. En laboreo la **suela de labor** retuvo una importante proporción de la lluvia, saturando la capa superficial, **por lo que** redujo la infiltración en profundidad. Sin embargo, en **NLD** la infiltración a las capas más profundas fue mayor. Una labor posterior a la lluvia ocasionó unas grandes pérdidas de agua en la parcela labrada, mucho mayores que en **NLD** (Figura 13 izda.), por lo que las disponibilidades de agua para el cultivo el día 16 de mayo eran en **laboreo** menores que en **NLD**.

Un modo eficaz de mejorar la infiltración puede ser el empleo de cubiertas **vegetales vivas**. En la Figura 14 podemos ver como una cubierta de cereal ha aumentado la cantidad de agua infiltrada en profundidad después de un período de lluvias intensas a principio de la primavera, tanto con respecto al **NLD** como con respecto

al **laboreo**. La **cubierta**, además de mejorar la estructura del suelo, aumenta la retención del agua de escorrentía, estableciendo sus raíces canales preferenciales, factores que todos ellos conjuntamente contribuyen a aumentar la infiltración en profundidad.

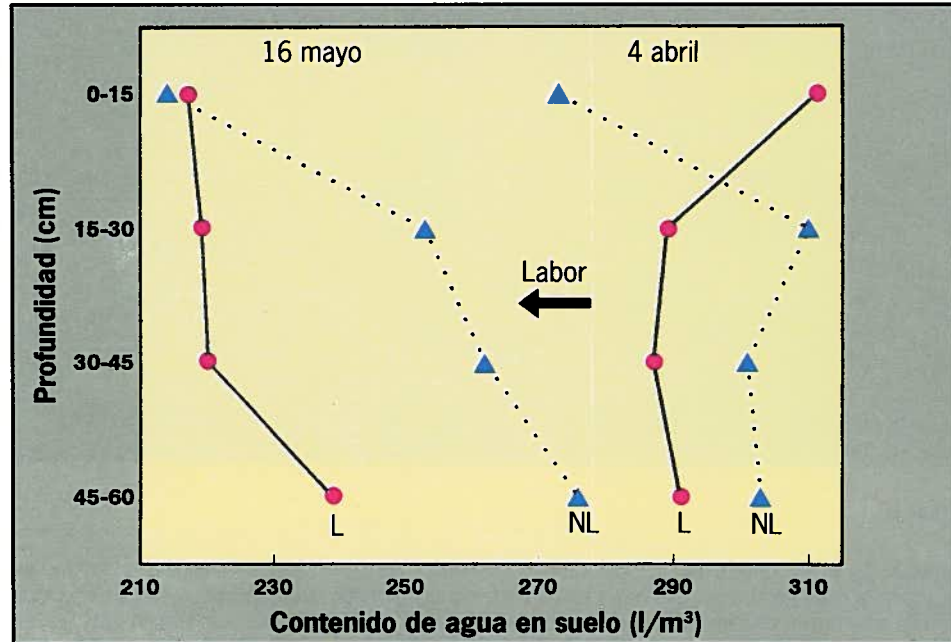


FIGURA 13: En el suelo labrado, y como consecuencia de la suela de labor se redujo la infiltración del agua de lluvia a las capas profundas del suelo, observándose una retención de agua en la capa 0-15 cm. de profundidad. Esta retención permitió que a lo largo de la primavera se evaporara una mayor cantidad de agua desde esta capa. Sin embargo, en el suelo en no-laboreo la infiltración en profundidad fue mayor, reduciéndose después globalmente las pérdidas de agua por evaporación. El ensayo se realizó en el término municipal de La Rambla (Córdoba) y se trata de un suelo franco-arcilloso-limoso.

### III.2.- Evaporación de agua desde el suelo.

Al laboreo continuado durante la estación seca se ha atribuido un importante papel en la conservación del agua infiltrada en el suelo, afirmándose que las labores, al romper la **capilaridad** y tapan las grietas, reducen la evaporación. En esta afirmación se ha basado, durante muchos años, la agricultura de las zonas áridas. Muchos de los trabajos realizados en los últimos años no parecen apoyar la anterior hipótesis (**Giráldez y col., 1986; Pastor, 1991**).

Cuando un suelo tiene el tempero suficiente como para recibir una labor, las pérdidas de agua debidas a la **capilaridad** ya se han producido anteriormente. Solamente desde una capa de suelo con humedad a saturación se produce un movimiento ascendente del agua por capilaridad.

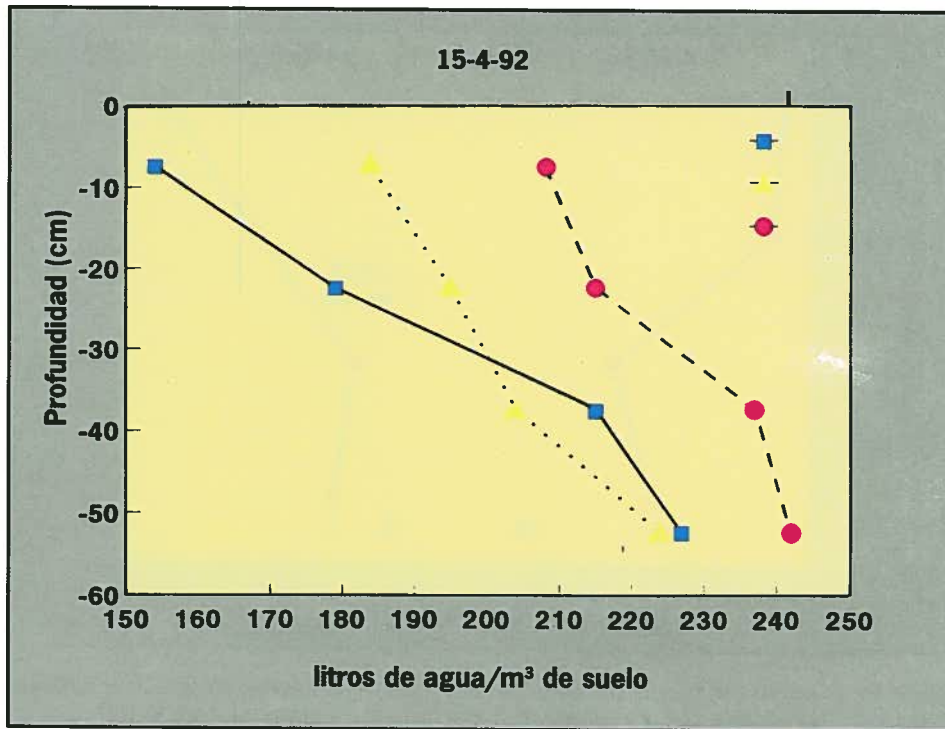


FIGURA 14: Después de un período de lluvias de 115 mm., la técnica de manejo de suelo empleando una cubierta viva de cereal segada químicamente con el herbicida glifosato a mitad del mes de marzo, permitió aumentar la cantidad de agua infiltrada a diferentes profundidades del suelo, con respecto a los sistemas de laboreo convencional y no laboreo con suelo desnudo. Ensayo realizado en Córdoba en un suelo de textura franco- arcillo-arenosa. En el momento de la siega química (16/3192), la infiltración en los tres sistemas de cultivo había sido muy similar.

En la Figura 15 podemos ver como una labor de cultivador de 15 cm de profundidad, realizada en el mes de marzo, ha ocasionado mayores pérdidas de agua por evaporación que las producidas en un terreno que no había sido labrado en los últimos tres años. En dicha figura puede observarse como el laboreo no sólo ha afectado a la capa superficial, sino que la evaporación ha sido también mayor en las capas más profundas del terreno. La presencia de la **costra** superficial en **NLD** parece que en este caso fue muy beneficiosa, observándose una notable reducción de la velocidad de evaporación con respecto al cultivo tradicional.

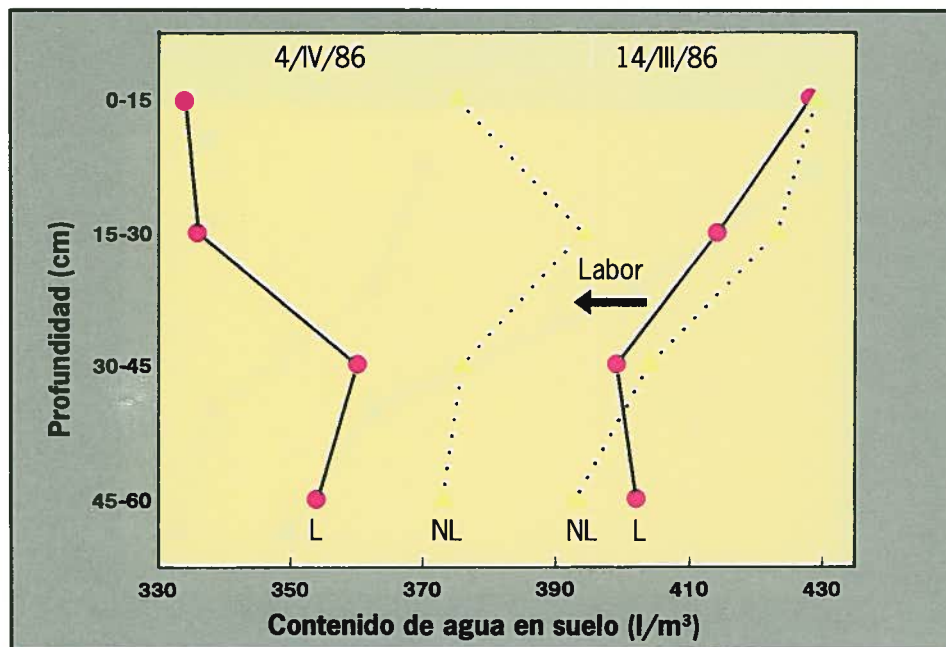


FIGURA 15: Las labores primaverales pueden ocasionar importantes pérdidas de agua en el suelo por evaporación. Aunque las pérdidas en superficie fueron mayores, la evaporación afectó también a las capas profundas del terreno. En los suelos en no laboreo, las pérdidas de agua por evaporación fueron sensiblemente menores, con las consiguientes ventajas para el cultivo durante la primavera. El ensayo se realizó en el término municipal de La Rambla (Córdoba) en un suelo de textura franco-arcillo-limosa.

Es cierto que en algunos tipos de suelo existe una marcada tendencia a la formación de **grietas** cuando se cultivan en régimen de no laboreo, pero también es cierto que estas grietas se forman cuando el agua del suelo ya se ha evaporado. En laboreo, por causas idénticas, también se forman estas grietas, y taparlas puede tener en muchos casos una dudosa eficacia, además de un coste adicional.

En la figura 16 presentamos la evolución a lo largo del tiempo de las pérdidas de agua por evaporación en la capa superficial (0-15 cm), en un suelo sometido a tres sistemas de cultivo diferentes. En el suelo **labrado** la velocidad de evaporación del agua infiltrada fue mayor, y una labor realizada diez días después de la lluvia aumentó aún más las pérdidas de agua. Sin embargo, en el suelo con **cubierta seca de cereal**, se observó la mínima velocidad de evaporación. En **NLD** la evaporación fue más lenta que en laboreo convencional.

El árbol, a lo largo de la primavera, lucha contra el proceso de evaporación, pudiendo utilizar estos ahorros de agua para fabricar carbohidratos en la fotosíntesis, o lo que es lo mismo, yemas, hojas, tallos, raíces y frutos, pudiendo traducirse en un sensible aumento de la producción.



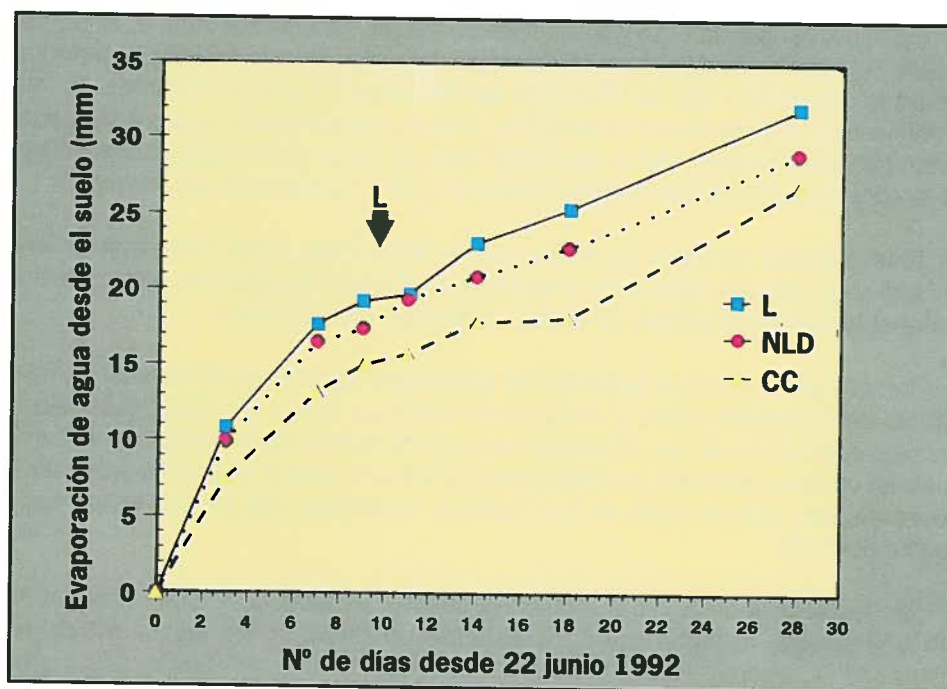


FIGURA 16: Evolución de las pérdidas de agua por evaporación en la capa 0-15 cm. de profundidad, en tres sistemas de cultivo diferentes, después de unas lluvias que humedecieron el terreno hasta capacidad de campo. En el suelo con cubierta de cereal la velocidad de evaporación fue menor, mientras que en el suelo labrado se observó aun más las pérdidas de agua. Finca Alameda del Obispo (Córdoba), suelo franco-arcillo-arenoso.

### III.3.- La erosión.

La erosión es uno de los principales problemas de nuestra agricultura, hasta el punto que más de la tercera parte de las zonas agrícolas mediterráneas están afectadas por este problema. En olivares en pendiente de la provincia de Córdoba se observaron pérdidas anuales de suelo comprendidas entre **60 y 105 t/ha. y año** (Laguna, 1989).

**El agua** es el principal factor causante de la erosión en las regiones mediterráneas, aunque en determinadas zonas y suelos, el **viento** puede ser también un agente erosivo de gran importancia.

Para poder plantear estrategias que permitan luchar eficazmente contra la **erosión hídrica**, es necesario conocer como se produce ésta. Las gotas de agua de lluvia, cargadas de energía cinética, impactan sobre la superficie del suelo como si de un **proyectil** se tratase. El suelo se desintegra debido al fuerte impacto de la gota, saltando por el aire multitud de partículas muy pequeñas.



vegetal se ha reducido prácticamente a cero la erosión, mientras que en el terreno recientemente labrado las pérdidas de suelo fueron muy grandes. En **NLD** la erosión fue mucho menor que en laboreo, ya que, ante el impacto de las gotas de lluvia, la **estabilidad de los agregados de la superficie del suelo** no labrado es mucho mayor (Castro, 1993).

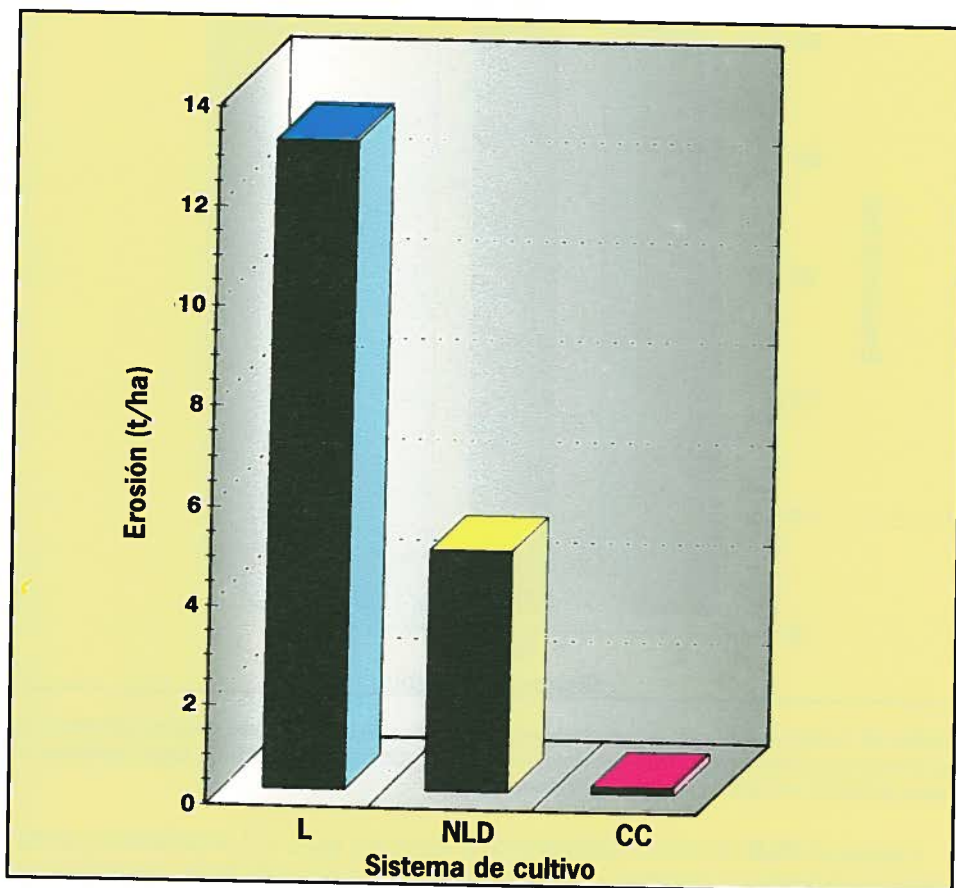


FIGURA 17: Los sistemas de cultivo tienen una gran influencia sobre la erosión, siendo en laboreo el sistema en que las pérdidas de suelo fueron mayores. La presencia de la cubierta de cereal redujo la erosión de forma espectacular. En NLD se redujo también la erosión debido a la gran estabilidad de la capa superficial del suelo. Datos obtenidos en Cabra (Córdoba) utilizando un simulador de lluvia.

Con estos datos no pretendemos demostrar que el **NLD** sea siempre una buena solución para luchar contra la erosión, ya que en parcelas en pendiente de gran extensión, la reducción de la velocidad de infiltración da lugar, durante las tormentas, a grandes volúmenes de escorrentía superficial (Figura 18), produciéndose con el tiempo **cárcavas profundas** en las zonas de desagüe de la escorrentía.

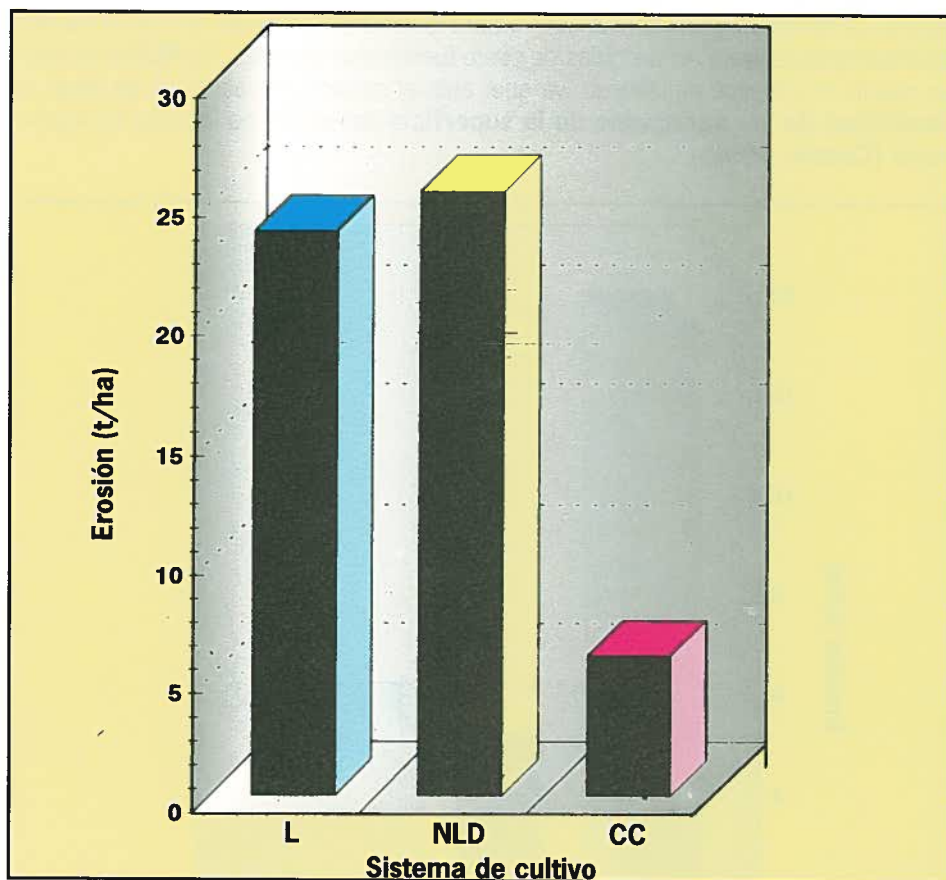


FIGURA 18: En los sistemas de cultivo con suelo desnudo (L y NLD) se generan grandes volúmenes de escorrentía superficial, mucho mayores que en cultivo con cubierta de cereal (CC). Datos obtenidos en Cabra (Córdoba) empleando un simulador de lluvia.

Aunque en **NLD** se reduce globalmente la erosión (Figura 17), la presencia permanente de **cárcavas y regajos**, al no realizarse labores después de las tormentas, es un grave problema para el agricultor, siendo esta una de las causas principales para el abandono del **NLD** por muchos olivaderos. Sin embargo, la formación de cárcavas profundas no se produce solamente en **NLD**, sino que en los suelos labrados es igualmente frecuente, y más intensa si cabe aún. Cuando se producen las tormentas, también en laboreo la intensidad de la lluvia suele rebasar la velocidad de infiltración, encontrándose en este caso un suelo disgregado y con una **suela de labor** poco permeable a cierta profundidad, factores ambos que favorecen el arrastre de suelo por los flujos de escorrentía superficial, ocasionándose igualmente escorrentías superficiales que igualmente dan lugar a la formación de cárcavas. La (Figura 19) presenta datos de campo de un ensayo realizado en Adamuz (Córdoba) en un suelo con

pendiente moderada, en el que en el otoño del año 1989 se produjeron unas lluvias de gran intensidad, casi 300 mm. Estos datos muestran las pérdidas totales de suelo por erosión en cárcavas en **laboreo** y en **NLD**, así como el número de cárcavas formadas en cada parcela de 576 m<sup>2</sup>. Tanto el número de cárcavas como la cantidad de suelo arrastrado por la escorrentía fue significativamente mayor en el olivar labrado.

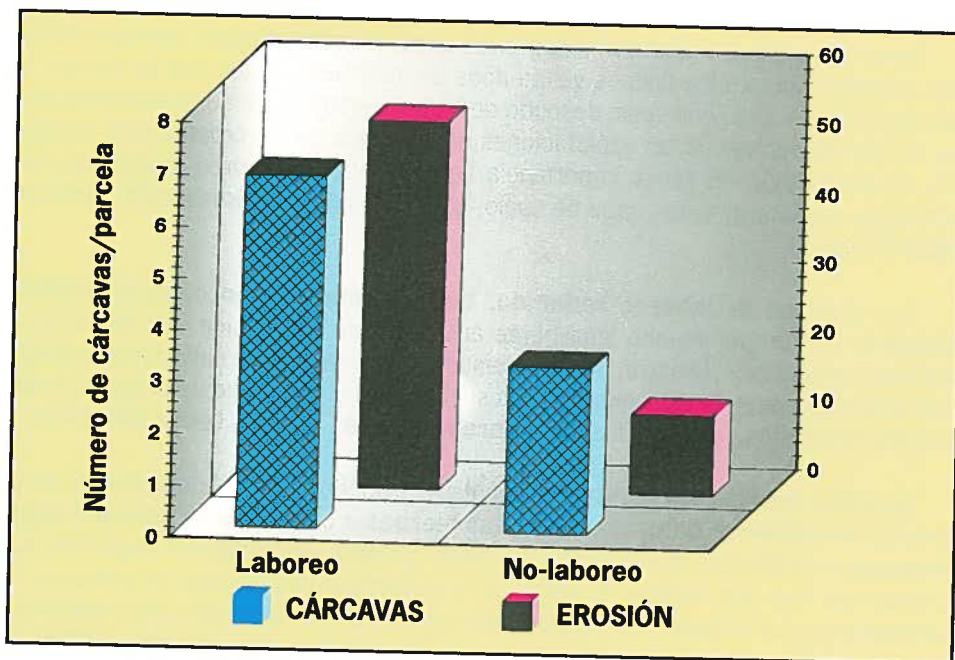


FIGURA 19: Uno de los mayores problemas imputables a la aplicación de la técnica de NLD es la erosión en cárcavas. Los regajos producidos en NLD, al no realizarse labores después de las lluvias, permanecen toda la vida sobre el terreno. Sin embargo, en laboreo la pérdida total de suelo por erosión en cárcavas, así como el número de cárcavas producidas, suele ser mucho mayor que en NL. Datos obtenidos en Adamuz (Córdoba) durante el otoño de 1989, en el que se produjeron lluvias cercanas a 300 mm.

Cualquiera que sea el sistema de cultivo empleado, siempre debe tenerse en cuenta que es necesario estudiar y adoptar **medidas correctoras de la erosión**, que conjuntamente con el sistema de cultivo empleado tratarán de:

- **aumentar la infiltración del agua** de lluvia en el suelo;
- **reducir la longitud de la pendiente** por la que descienden libremente las aguas de escorrentía;
- **reducir la velocidad del agua** de escorrentía en su descenso por la pendiente;

- **reducir el caudal de escorrentía** mediante su captación y almacenamiento en el terreno; y

- conseguir el **desagüe controlado** de los caudales no infiltrados.

### III.4.- La producción del olivar.

Como ya se expuso anteriormente, en los ensayos realizados por diversas entidades oficiales durante los últimos veinte años en Andalucía, en los que se ensayó la técnica de no-laboreo con suelo desnudo de malas hierbas, se puso en evidencia que en un alto porcentaje de las explotaciones esta técnica puede proporcionar aumentos de producción de cierta importancia con respecto al laboreo tradicional. Sin embargo, en determinados tipos de suelo, puede reducirse la producción media en **NLD** (Figura 3).

Los sistemas de **laboreo reducido**, tanto el **semilaboreo** como el **mínimo laboreo**, han proporcionado igualmente aumentos de producción con respecto al laboreo convencional (**Pastor, 1991**), siendo estos sistemas de cultivo muy empleados en Andalucía en la actualidad. En los suelos en que el **NLD** no ha proporcionado buenos resultados, las prácticas de **laboreo reducido** son una buena alternativa.

Nuestros ensayos han puesto igualmente en evidencia que puede pensarse en el empleo de **cubiertas naturales de malas hierbas o cubiertas de cereal o leguminosas** establecidas en este caso mediante siembra. Para obtener resultados satisfactorios hay que realizar la siega de la cubierta antes de que se presente la competencia por el agua entre la planta de cobertura y el olivar, así como satisfacer las necesidades conjuntas de nutrientes de la cubierta y el cultivo (**Castro, 1993**). El manejo con siega química parece más sencillo y eficaz en muchos casos. El aprovechamiento ganadero de la cubierta puede ser una buena solución en olivar extensivo de sierra.

### III.5.- Los costes de cultivo.

Los sistemas de manejo del suelo afectan fundamentalmente a dos operaciones de cultivo: el control de las malas hierbas y la recolección de la aceituna, en especial cuando se produce la caída natural de frutos al suelo tras su **maduración**.

En lo que respecta a los costes de mantenimiento del suelo, tanto en los sistemas de no-laboreo con herbicidas como en los de laboreo reducido y con cubierta vegetal se necesita escasa cantidad de maquinaria, reduciéndose de forma apreciable la potencia de los tractores a utilizar, así como el número total de horas de tractor empleadas por hectárea (Figura 20). Como es natural, todo ello redundará en una reducción sensible de los costes de cultivo (Figura 21), resultando generalmente más económicos los sistemas de **labranza cero y los de laboreo reducido** que el

**laboreo convencional.** El cultivo con cubierta vegetal pueden ser también competitivo con el laboreo.

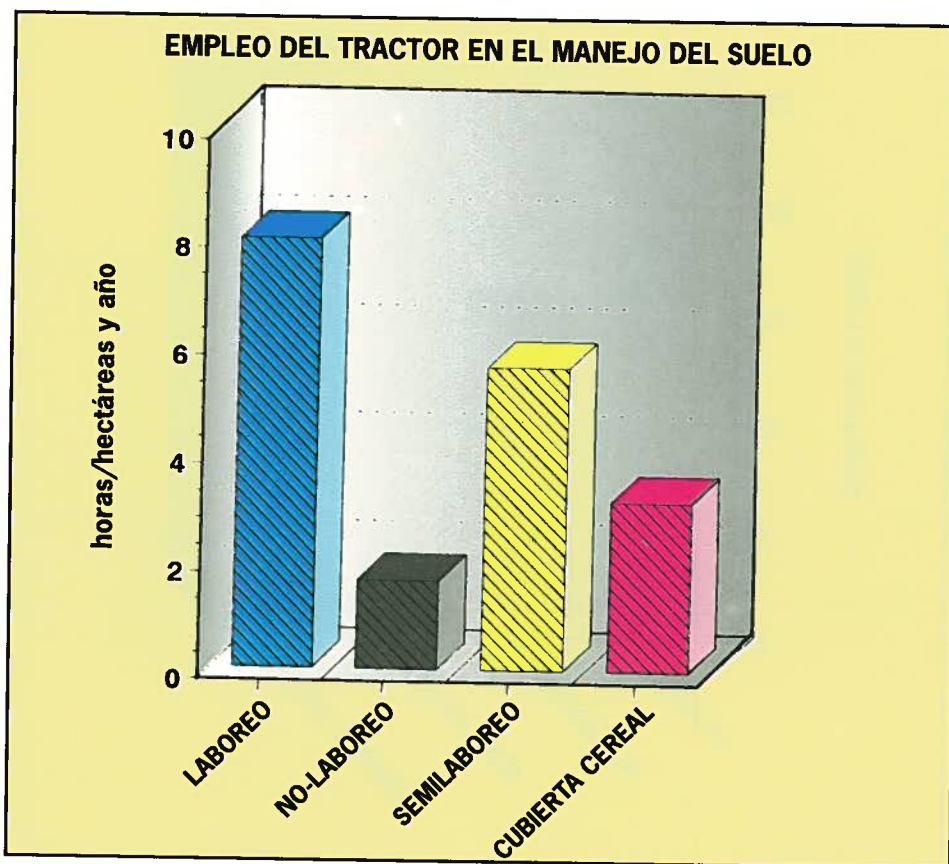


FIGURA 20: Los sistemas de laboreo reducido, semilaboreo, no-laboreo y con cubierta de cereal, reducen el número de horas de tractor empleadas por hectárea (Humanes, 1992). Se consideran solamente las operaciones de manejo del suelo.

En todos estos sistemas el apero fundamental es el **equipo de aplicación de herbicidas**, equipo de coste relativamente reducido, que además demanda tractores de escasa potencia. Cualquiera de los equipos de tratamientos existente en las explotaciones oliveras puede adaptarse, con bajo coste, a este tipo de trabajo. Basta con instalar una barra retráctil equipada con un juego de boquillas de calidad, que deben colocarse de modo que aseguren una adecuada homogeneidad en el reparto y permitan al herbicida llegar a todos los puntos del olivar, lo que asegurará una buena calidad del trabajo, así como un bajo coste de aplicación (Humanes, 1992).

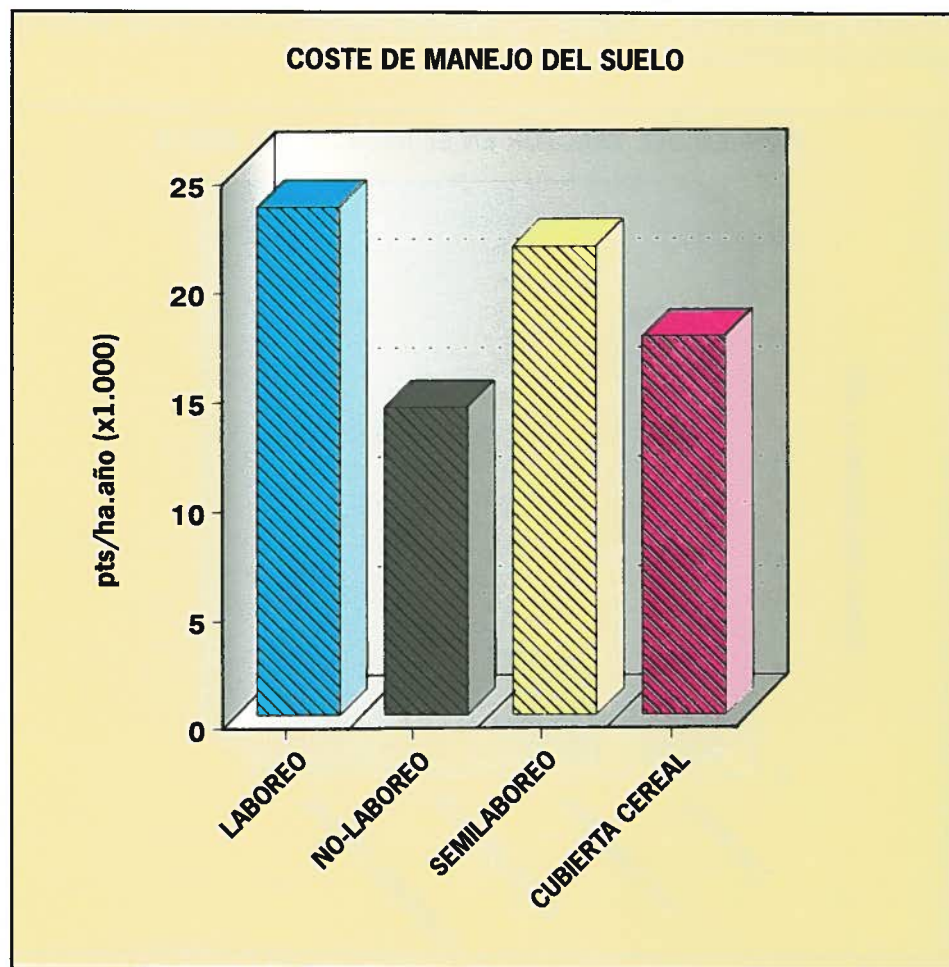


FIGURA 21: Los costes de manejo del suelo por hectárea son menores cuando se emplean sistemas de cultivo sin laboreo, con laboreo reducido, o incluso con cubierta de cereal (Humanes, 1992).

En el cultivo del olivo la compactación y limpieza del suelo en el área bajo la copa de los árboles es muy importante para reducir al mínimo los costes de **recolección (Benavides y Civantos, 1982)**, ya que en algunas variedades y en determinados años es frecuente la caída de frutos al suelo tras su maduración. En muchos casos, si la cosecha caída es pequeña y el suelo no está perfectamente preparado, puede ser preferible dejar el fruto sin recolectar. La Figura 22 ilustra la influencia de los sistemas de cultivo sobre los costes de recolección de aceituna del suelo. En este gráfico se pueden determinar, a los precios y costes actuales, los umbrales de rentabilidad de la recolección o no de los frutos en función de la cantidad de cosecha caída al suelo y del valor de las aceitunas en el momento en que se recolectan.



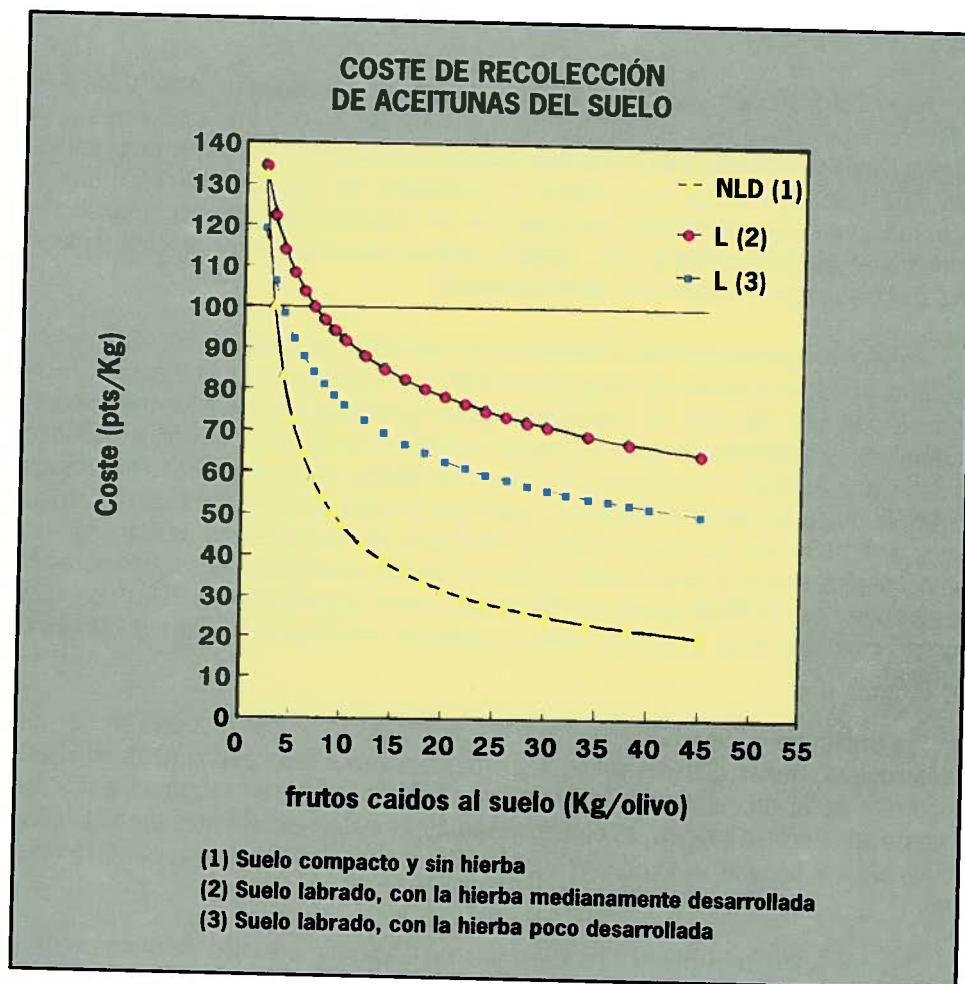


FIGURA 22: Los sistemas de cultivo tienen una gran influencia sobre los costes de recolección de las aceitunas caídas al suelo. El tipo de suelo al que se llega de forma natural cuando se aplican técnicas de no-laboreo con herbicidas permite reducir los costes de recolección con respecto a olivares labrados de forma convencional. El grado de desarrollo de la hierba influye sobre el coste de recolección en un suelo labrado.

La recolección de *aceitunas caídas* sobre un suelo desnudo, compactado y libre de malas hierbas es la que resulta más barata con gran diferencia, ya que permite el barrido de los frutos. A este tipo de suelo se llega tras la aplicación de la técnica de no-laboreo con herbicidas. Todo intento de mecanización de la recolección de aceitunas caídas al suelo, como la mejora del rendimiento de la mano de obra en la realización de esta operación, pasa por la preparación y compactación del terreno, lo que siempre es factible en un suelo labrado, pero ello lleva consigo un coste anual adicional.

### III.6.- La fertilización.

No se ha observado una clara influencia de los sistemas de manejo del suelo en la eficiencia del cultivo para aprovechar los nutrientes del suelo y los fertilizantes aportados (**Gras y Trocmé, 1977; Pastor, 1991**). En olivares mantenidos con cubierta de cereal se observaron unos mayores contenidos en hoja de N, K y Zn que en laboreo, si bien las diferencias no llegaron a ser significativas (**Castro, 1993**). Trabajos americanos (**Befftel y col., 1983**) predicen una mejor nutrición en K en árboles cultivados en un suelo con cubierta vegetal .

Aunque el laboreo permite la incorporación del abono al suelo, en los sistemas sin laboreo el cultivo dispone de rateos localizadas muy superficialmente (Pastor, 1.991), por lo que son capaces de explorar la capa superficial del terreno, más rica en nutrientes, incluyendo las aportaciones en superficie de abonos con baja solubilidad, tales como el fósforo y potasio. En cultivo sin laboreo debe aportarse el nitrógeno aprovechando los períodos lluviosos, para que el agua de lluvia lo incorpore rápidamente al suelo, ya que las pérdidas de nitrógeno por evaporación pueden ser muy importantes, en especial en suelos calizos y cuando se emplean fertilizantes uréicos y amoniacales. En **NLD** podría recurrirse igualmente a la fertilización foliar con urea, proporcionando esta alternativa unos magnificas resultados (**Pastor y Navarro, 1995**).

La presencia de una cubierta vegetal asociada al cultivo obliga a aportar cantidades suplementarias de fertilizantes. Esta mayor necesidad de abono (**Delver, 1980**) ocurre a pesar de que los restos de la vegetación segada se descompongan lentamente en la propia parcela, pues el período de grandes necesidades para el cultivo coincide con una época de grandes extracciones de nutrientes por la cubierta vegetal.

La liberación de nutrientes procedentes de la descomposición de restos vegetales se produce con intensidad variable a lo largo de todo el año, incluso en períodos donde el cultivo no puede aprovecharlos, pudiendo ser arrastrados hacia capas profundas fuera del alcance de las raíces. Este inconveniente podría paliarse, probablemente, combinando el tratamiento herbicida residual bajo la copa de los árboles con siegas químicas en el centro de la calle.

Otro aspecto relacionado con la fertilidad del suelo es el contenido de **materia orgánica**. En muchos de nuestros suelos olivareros, que se labran desde hace decenas de años, los contenidos en materia orgánica son mínimos. Podría atenuarse este problema permitiendo un cierto desarrollo de la vegetación espontánea en épocas de escasa interferencia con el cultivo, o añadiendo cantidades importantes de materia orgánica. Los mayores aumentos en la materia orgánica del suelo podrían conseguirse manteniendo el terreno continuamente cubierto por una cubierta herbácea que se segaría mecánicamente con cierta frecuencia (**Gras y Trocme, 1977**). Sin embar-

go, en olivar de secano de zonas áridas hemos visto que este sistema parece poco sostenible, ya que la competencia por el agua con el cultivo puede limitar drásticamente la producción (**Civantos y Torres, 1981; Pastor, 1991**). La solución puede ser el empleo de métodos de siega química en primavera, con lo que se reducirían los problemas de competencia con el olivo. Sin embargo, la influencia de este tipo de cubierta sobre la nutrición del olivar no está aún suficientemente estudiada.

La **clorosis férrica** es un aspecto a tener en cuenta en cultivos leñosos en suelos muy calizos. Aunque en olivar no existen estudios que relacionen la clorosis con los sistemas de cultivo, en viñedo se ha observado (**Aguilhon y col., 1984**) que este importante problema se presenta con mayor intensidad en los suelos labrados, algo menos en suelos en no-laboreo con herbicidas, y con mínima relevancia en suelos con cubierta vegetal.

### III.7.- El régimen de temperaturas de la plantación.

Los sistemas de cultivo tienen una gran influencia sobre el **régimen de temperaturas** de la plantación. La presencia de restos vegetales sobre el terreno modifica el balance de energía, al reducir la cantidad de radiación que llega al suelo y el albedo de la superficie, por lo que parte de la radiación es devuelta a la atmósfera. En **NLD** la mayor compactación de su superficie determina una mayor conductividad térmica, por lo que el suelo durante el día es capaz de almacenar mayor cantidad de calor y cederlo a la atmósfera durante la noche (**Cornillon, 1980**).

Por estas razones se modifica el régimen de temperaturas del aire, lo que se ha podido determinar mediante el estudio de la evolución de las temperaturas máximas y mínimas diarias durante un largo periodo de tiempo (**Castro, 1993**). Durante las horas de sol las temperaturas máximas se registraron en el olivar con cubierta de cereal, mientras que durante la noche en no-laboreo las temperaturas fueron mayores que en laboreo y en cubierta de cereal. La media diaria de las temperaturas fue menor en el olivar labrado.

La acumulación de grados centígrados a lo largo del tiempo, diferente en los distintos sistemas de cultivo, dió lugar a diferencias en el ritmo de crecimiento del olivar y en su evolución fonológica. La fecha de plena floración se produjo en primer lugar en los olivos con cubierta vegetal, después en no-laboreo con suelo desnudo, mientras que los árboles labrados fueron los de floración más tardía (**Castro, 1993**).

El **riesgo de heladas** aumenta a medida que crece el aislamiento entre la superficie del suelo y las capas de aire próximas a él, donde se encuentran las yemas, flores o frutos del olivo. La Figura 23 muestra los datos de temperaturas mínimas absolutas registradas en Córdoba durante un periodo con heladas nocturnas. En **NLD** las temperaturas mínimas fueron más altas que en laboreo y en cultivo con cubierta, en donde se observaron las temperaturas más bajas.

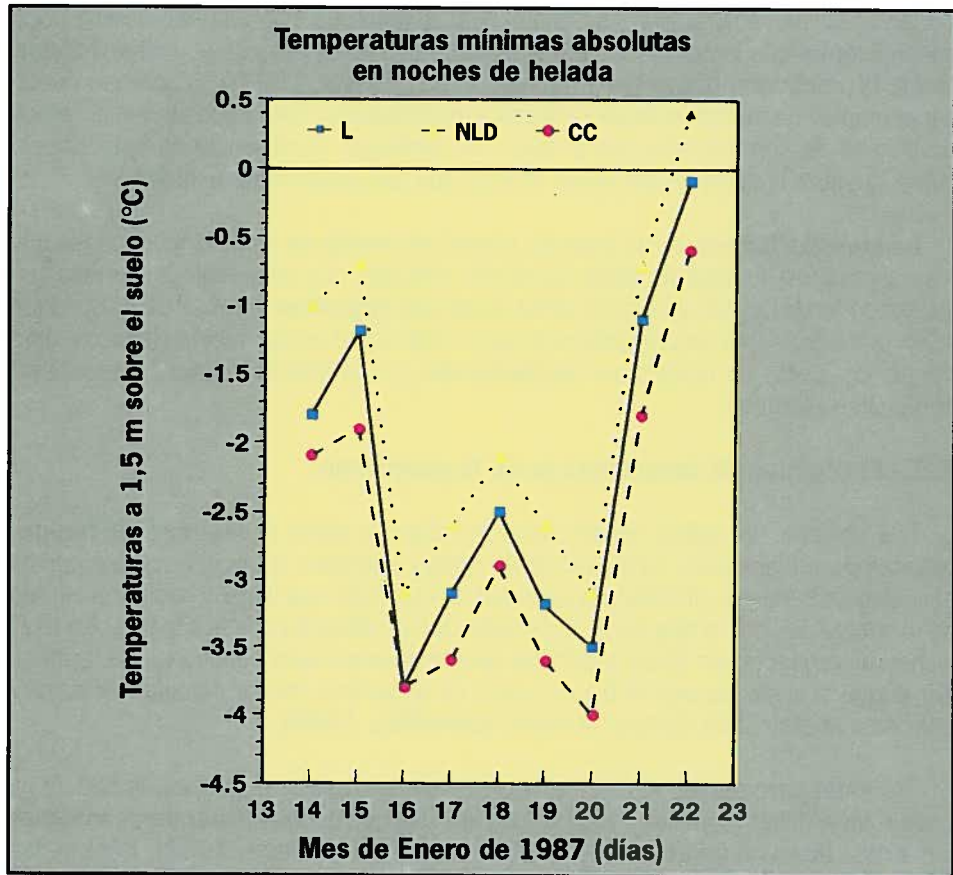


FIGURA 23: Los sistemas de cultivo influyen sobre el régimen de temperaturas registradas en el olivar. Durante las noches de heladas, las temperaturas mínimas absolutas se registraron en las parcelas con cubierta vegetal (CV), mientras que en no laboreo con suelo desnudo (NLD) las temperaturas mínimas fueron las más altas.

Quando un suelo se encuentra compactado, con su superficie húmeda, y limpio de malas hierbas, el riesgo de heladas es mucho menor que en suelos labrados y con la hierba desarrollada cubriendo su superficie, situación en la que el descenso de temperaturas durante la noche puede ser máxima (**García Camarero y otros, 1980; Pastor, 1991**).

### III.8.- Incidencia de las plagas y enfermedades.

Ciertas plagas importantes como las **acariosis** o los **thrips** pueden hospedarse en malas hierbas espontáneas durante períodos en los que el cultivo no tiene actividad, lo cual resulta en mayores poblaciones de estas plagas al comienzo de la vege-

tación. En zonas donde las mencionadas plagas sean un problema, es recomendable mantener el suelo limpio de malas hierbas antes de la brotación del cultivo, con labores y/o con herbicidas. No conocemos estudios serios que demuestren la incidencia directa de los sistemas de cultivo sobre las plagas más importantes del olivar.

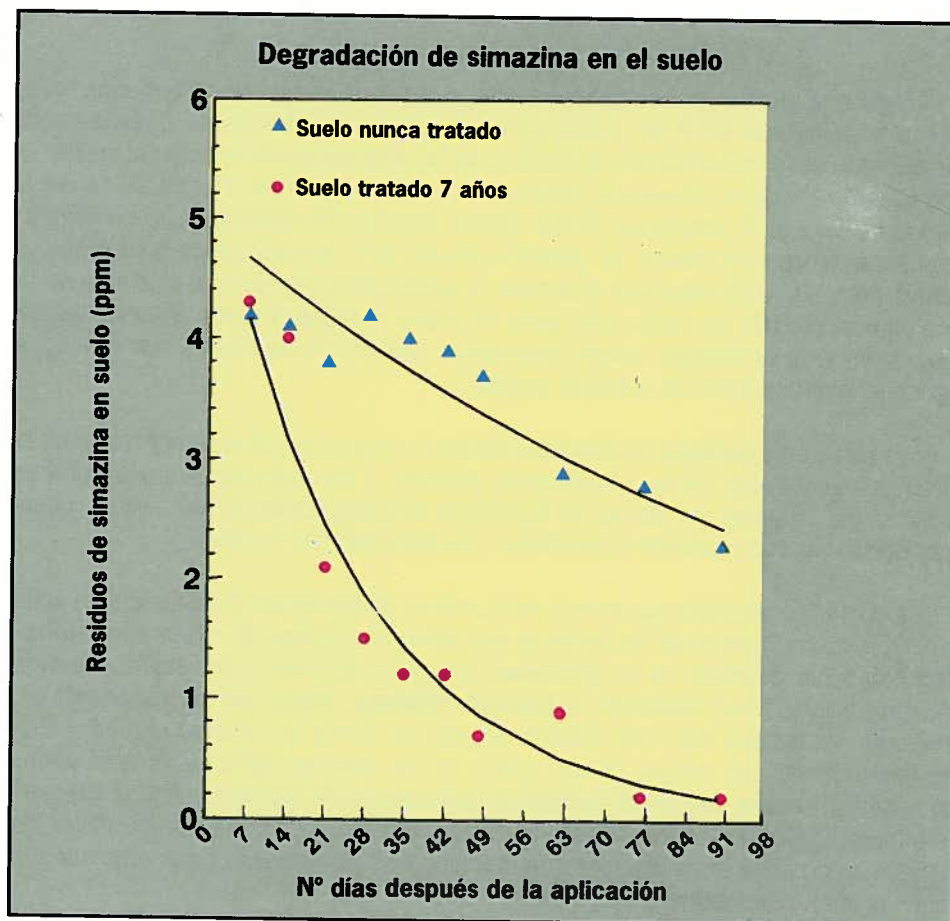


FIGURA 24: En suelos tratados reiteradamente con el herbicida simazina durante más de siete años, suelen desarrollarse poblaciones de microorganismos especializados en degradar con cierta rapidez el herbicida. En el suelo nunca tratado, se observó una velocidad de degradación mucho menor.

**William (1981)** observó una menor incidencia de **verticilosis en olivares** cultivados con cubierta vegetal. Sin embargo, estas observaciones no coinciden con las realizadas por **Serrhini y Zeroual (1995)** en Marruecos, en donde en olivares en los que se realizaban labores profundas y en cultivo con cubierta vegetal se observó una mayor incidencia de esta enfermedad, mientras que en cultivo sin hierba y laboreo superficial la incidencia de la verticilosis fue mucho menor.

### III.9.- Fauna y microorganismos del suelo.

La supresión o reducción de las labores permite un aumento en las poblaciones de lombrices del suelo cuando los herbicidas aplicados son de baja peligrosidad, aumentos que pueden ser máximos manteniendo el suelo con cubierta vegetal segada.

En general, puede decirse que la no alteración del suelo representa menos agresión a la fauna que en él se cobija, pero las poblaciones finales de cada especie dependerán de la conservación del hábitat, de la cantidad de alimento y del equilibrio con sus depredadores. Aunque el interés en mantener especies cinegéticas no viene siendo habitual en la actualidad en los cultivos leñosos, el mantenimiento de vegetación espontánea con plantas de alimento en un cierto porcentaje de las calles del cultivo debe ser suficiente para mantener la población cinegética, lo que supondría una mínima pérdida de producción para el cultivo. Entidades como Sociedades de cazadores y de ornitólogos están apoyando y mostrando su interés por prácticas agrícolas que mantienen la cubierta vegetal.

Los **ratones y topillos** pueden considerarse como un problema importante en el olivar, especialmente en las plantaciones jóvenes, a las que causan serios problemas. En los sistemas sin laboreo la incidencia de estos roedores es máxima, mientras que el laboreo profundo es un eficaz procedimiento de control.

La población de microorganismos del suelo es afectada por el contenido en agua en el mismo, así como por las técnicas de cultivo empleadas. En olivar en **no-laboreo** con suelo desnudo se ha observado una reducción de la población global de microorganismos con respecto al **laboreo (Natera, datos no publicados)**; sin embargo, en las parcelas con cubierta vegetal es donde se observó una población de microorganismos mayor. En los suelos en no-laboreo tratados durante varios años con **simazina** pueden desarrollarse poblaciones de microorganismos altamente especializados en degradar este herbicida (Figura 24), lo que parece paliar los riesgos de posibles acumulaciones de residuos tras aplicaciones reiteradas durante muchos años (**Saavedra y col, 1992**).

En la Tabla 2 podemos observar como la fauna de artrópodos del suelo se puede ver afectada por los sistemas de cultivo empleados (**Castro, 1993**). En los sistemas con suelo desnudo, las poblaciones de **macroartrópodos** no se han visto afectadas negativamente por el hecho de haberse empleado herbicidas, como simazina, durante 8 años de forma continuada. En el suelo con cubierta la población de **macroartrópodos** fue mayor en uno de los ensayos. Sin embargo, las poblaciones de **microartrópodos** (Tabla 2) fueron mucho mayores en los sistemas con cubierta de cereal, mientras que en no-laboreo el número de individuos se redujo considerablemente, lo que parece estar muy relacionado con la falta de restos vegetales sobre el suelo (**Winter y col., 1990**), más que por el empleo de herbicidas residuales.

SISTEMAS DE MANEJO DE SUELO				
	MACROARTROPODOS		MICROARTROPODOS	
	CASILLAS	LA MINA	CASILLAS	LA MINA
CUBIERTA DE CEREAL	91.1	22.0	6662	5623
LABOREO	42.7	23.1	1298	1165
NO-LABOREO	62.2	24.7	708	596

TABLA 2: Número medio de macroartrópodos y microartrópodos observados en la primera de 1992 en los muestreos efectuados en dos olivares de la provincia de Córdoba sometidos a distintos sistemas de cultivos.

El hábitat proporcionado por la cubierta vegetal, así como la mayor población de artrópodos puede favorecer el aumento de las poblaciones de **aves de gran interés cinegético**, como la perdiz roja, en los olivares (**Vargas, comunicación personal**).

### III.10.- Los sistemas de cultivo y la flora del olivar.

En los sistemas de **no-laboreo** con herbicidas residuales se observa una reducción drástica del número de especies presentes, con respecto a los sistemas convencionales, aunque debido a la degradación de los herbicidas en el suelo (Figura 24), a la baja persistencia de los mismos, y a la existencia de especies tolerantes y/o resistentes a los herbicidas, pueden presentarse problemas de **inversión de flora**, con presencia de muy pocas especies con un alto grado de infestación, lo que obligará a modificar los programas de escarda química o a utilizar otros sistemas alternativos de cultivo (**Saavedra y col., 1992**).

Los sistemas de cultivo con **cubierta vegetal**, segada con herbicidas de postemergencia en primavera, pueden reducir también drásticamente las infestaciones de malas hierbas (**Castro, 1993**), aunque en verano, cuando disminuye el grado de cobertura del terreno, pueden producirse infestaciones de especies de germinación muy tardía y ciclo fin de primavera-verano (por ejemplo *Amaranthus blitoides*, *A. albas*, *Chrozophora tinctoria*, etc.), lo que podría hacer necesarios nuevos tratamientos herbicidas.

### IV.- TENDENCIAS FUTURAS EN LOS SISTEMAS DE MANEJO DEL SUELO EN EL OLIVAR. BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS.

Después de numerosos años con importantes avances en mecanización, no debe sorprender que muchos agricultores asimilen la perfección de un buen mantenimiento de la parcela con un suelo muy desmenuzado y absolutamente limpio de restos vegetales. A la vista de los datos expuestos, sin embargo, técnicas como no-laboreo total en suelos relativamente llanos o sistemas mixtos, como bandas sin laboreo y





Otro aspecto importante es la reversibilidad entre sistemas cuando por alguna razón se decide cambiar el método de cultivo. No hay problema en absoluto cuando se cambia de suelos labrados o mantenidos con siegas hacia sistemas de no-laboreo mediante la aplicación de herbicidas; el cultivo suele responder al cambio con un cierto aumento de vigor. El cambio contrario hay que hacerlo con prudencia, procurando dar al principio labores muy superficiales para dañar las raíces lo menos posible. Si el cambio es hacia mantenimiento con cubierta vegetal, conviene aportar ciertas cantidades suplementarias de abonos y tomar medidas para que la mayor demanda de agua no acabe por afectar al olivo.

## V- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agulhon, R., Barralis, G., Dumartin, P., Heinzle, Y., Riffiod, G., Roques, J.F., Sarrazin, J.F., Vagny, P., 1984.** Desherbage de la Vigne. Guide Pratique. Institut Technique de la Vigne et du Vin. Paris. 156p.
- Benavides, J.M., Civantos, M., 1982.** Influencia de los herbicidas en los costes de recolección de aceitunas. **Agricultura**, 604: 874-876.
- Beutel, J., Uriu, K., Lilleland, O., 1983.** Leaf analysis for California deciduous fruits. En: **Soil and Plant Tissue Testing in California.** University of California: Bull. 1879.
- Blevins, R.L., 1986.** Idoneidad del suelo para el laboreo nulo. En: **Phillips y Phillips, Agricultura sin laboreo.** Ed. Bellaterra S.A. Barcelona. 44-68.
- Castro, J., 1993.** Control de la erosión en cultivos leñosos con cubiertas vegetales vivas. **Tesis Doctoral. Departamento de Agronomía.** Universidad de Córdoba.
- Civantos, L., Torres, J., 1981.** Ensayos sobre sistemas de mantenimiento del suelo en olivar. **ITEA**, 44: 38-43.
- Cornillon, P., 1980.** Incidence de la température des racines sur la croissance et le développement des plantes. **Ann. Agron.**, 31 (1): 63-84.
- Delver, P., 1980.** Uptake of nutrients by trees grown in herbicide strips. En: Mineral nutrition of fruits trees. Ed. D. Atkinson y otros. Butterworths, London. 229-240.
- Fischer, R.A., Turner, N.C., 1978.** Plant productivity in the arid and semiarid zones. **Ann. Rev. Plant. Physiol.**, 29: 277-317.
- García Camarero, J., Gandia, S., Gomez de Barreda, D., 1980.** Efectos térmicos de la cubierta vegetal durante las heladas de irradiación. **Levante Agrícola**, 220: 27-31.
- Giráldez, J.V., González, P., Fereres, E., Aguera, J., García, M., Gil, J., Insúa, F., López, I., Martín, I., Puig, M., Sanz, J., 1986.** Aprovechamiento del agua del suelo en distintos sistemas de laboreo. Cinco años experiencia en el Valle del Guadalquivir. **Actas I Simposium Sobre Mínimo Laboreo en Cultivos Herbáceos. Madrid. 11 -31.**
- Gras, R., Trocme, S., 1977.** Un essai d'entretien de sol en verger du pommiers. **Annales Agronomiques**, 28 (3): 227-259.
- Humanes, M.D., 1992.** Sistemas de manejo del suelo en olivar: evaluación de técnicas de aplicación de herbicidas. Trabajo Profesional Fin de Carrera. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad de Córdoba.
- Humanes, M.D., 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. **Congreso 1995 de la Sociedad Española de Malherbología. Huesca.** 235-238.

- Laguna, A., 1989.** Estudio cuantitativo de la erosión del suelo. Tesis Doctoral. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba.
- López-Cuervo, S., 1990.** La erosión en los suelos agrícolas y forestales de Andalucía. **Colección Congresos y Jornadas Mg 17/1990.11-16.** Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Morales, J., Pastor, M., 1991.** Mejora de la infiltración y captación de escorrentía en olivar en no-laboreo. II Simposio sobre el Agua en Andalucía. Córdoba. Vol. II, 171-182.
- Ortega Nieto, J.M., 1963.** Valor fertilizante del nitrógeno mineral y orgánico en el olivo. Dirección General de Agricultura. Madrid.
- Pastor, M., 1989a.** Influencia de las malas hierbas sobre la evolución del contenido de agua en el suelo en olivar de secano. 4º **EWRS Mediterranean Symposium.** Valencia. Tomo I.
- Pastor, M., 1989b.** Efecto del no-laboreo en olivar sobre la infiltración de agua en el suelo. **Investigación Agraria, Prod. y Prof. Vegetales,** 4(23): 225-247.
- Pastor, M., 1991.** Estudio de diversos métodos de manejo del suelo alternativos al laboreo en el cultivo del olivo. Instituto de Estudios Giennenses. Diputación Provincial de Jaén.
- Pastor M., Navarro, C., 1995.** Fertilización del olivar. **Cuadernos de Fitopatología,** 47: 168-172.
- Pastor, M., Saavedra, M., Vega, V., 1986.** Uso de herbicidas en la formación de cubiertas vegetales con crecimiento reducido en olivar. **ITEA 65:** 35-44.
- Pastor, M., Guerrero, A., 1990.** Influence of non-tillage on olive grove production. **Acta Horticulturae,** 286: 283-286.
- Phillips, S.H., Young, 1979.** Agricultura sin laboreo. Labranza cero. Editorial Hemisferio Sur, S.R.L., Montevideo, 52-53.
- Saavedra, M., Pastor, M., 1994.** La flora del olivar y el uso de herbicidas. **Agricultura.** 746: 748-753.
- Saavedra, M., Pastor, M., Arquero, O., Salas, J., 1992.** Malas hierbas del olivar no labrado y degradación de simazina en el suelo. **Informaciones Técnicas 17/92.** Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Serrhini, M.N., Zeroual, A., 1995.** La verticilosis del Olivo en Marruecos. **OLIVAS 58:** 5861.
- Van Huyssteen, L., Van Zyl, J.L., 1984.** Mulching in vineyard. **Viticulture and Oenologie,** E.12
- Van Huyssteen, L., Van Zyl, J.L., Koen, A.P., 1984.** L'influence des techniques d'entretien de cultures de couverture sur les conditions du sol et sur le contrôle des mauvaises herbes dans un vignoble de Colombar a Dudkshoorn. **Bulletin de l'O.I.V., 645:** 849-870.
- William, R.D., 1981.** Complementary interactions between weeds, weed control practices, and post in horticulture~ cropping systems. **Hort. Science,** 16: 508- 513.
- Winter, J.P., Voroney, R.P., Ainsworth, D.A., 1990.** Soil microarthropods in long-term
- Zaragoza, C., Ailar, J., Sopeña, J.M., 1990.** Un ensayo de reducción del laboreo en viña. Resultados de la producción en siete años. **Actas de la Reunión 1990 de la Sociedad Española de Malherbología.** 79-85.



AGRICULTURA



GANADERÍA



PESCA Y ACUICULTURA



POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIA



FORMACIÓN AGRARIA



CONGRESOS Y JORNADAS



R.A.E.A.



ISBN 84-87564-38-0



9 788487 564383

P.V.P.: 750 Ptas. 4.51€



JUNTA DE ANDALUCÍA

Consejería de Agricultura y Pesca