

# Diseño y manejo de plantaciones de olivar



*Consejería de Agricultura y Pesca*





# **DISEÑO Y MANEJO DE PLANTACIONES DE OLIVAR**

Autores:

**Miguel Pastor Muñoz Cobo  
José Humanes Guillén  
Victorino Vega Macías  
Juan Castro Rodríguez**

DISEÑO Y MANEJO DE PLANTACIONES DE OLIVAR. (Reimpresión)

© JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca

**Publica:** Viceconsejería  
Servicio de Publicaciones y Divulgación

**Autores:** Miguel Pastor Muñoz Cobo  
José Humanes Guillén  
Victorino Vega Macías  
Juan Castro Rodríguez

**Depósito Legal:** SE-1382-2001

**I.S.B.N.:** 84-89802-33-5

**Maquetación e Impresión:** A. G. Novograf, S. A. (Sevilla)

## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>PRESENTACIÓN</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>1. OBJETIVO DE LAS PLANTACIONES DE OLIVAR</b> .....                                | <b>9</b>  |
| <b>1.1. Acortamiento del período improductivo de la plantación</b> .....              | <b>12</b> |
| <b>1.2. Óptimo aprovechamiento del medio productivo</b> .....                         | <b>13</b> |
| <b>1.3. Mecanización del cultivo</b> .....  | <b>14</b> |
| <b>2. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>2.1. Tipo de producción: aceituna de mesa o aceite</b> .....                       | <b>19</b> |
| <b>2.2. Comportamiento de la variedad</b> .....                                       | <b>20</b> |
| <b>2.3. Interacción variedad, fertilidad del suelo y densidad de plantación</b> ..... | <b>23</b> |
| <b>2.4. Precocidad de entrada en producción</b> .....                                 | <b>23</b> |
| <b>2.5. Tolerancia a condiciones adversas de suelo, clima o enfermedades</b> .....    | <b>24</b> |
| <b>2.6. Utilización de polinizadores</b> .....  | <b>26</b> |
| <b>2.7. Época de maduración de las variedades</b> .....                               | <b>29</b> |
| <b>2.8. Consideraciones finales sobre la elección de la variedad</b> .....            | <b>34</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3. TÉCNICAS DE PLANTACIÓN</b> .....   | <b>37</b> |
| <b>3.1. Preparación del terreno</b> .....  | <b>39</b> |
| 3.1.1. Decisiones a adoptar .....  | 39        |
| 3.1.2. Subsulado .....   | 40        |
| 3.1.3. Desfonde .....  | 41        |
| 3.1.4. Despedregado .....  | 41        |
| 3.1.5. Eliminación de malas hierbas .....  | 42        |
| 3.1.6. Drenaje .....   | 43        |
| 3.1.7. Abonado de fondo .....  | 44        |
| 3.1.8. Últimas labores preparatorias .....   | 46        |
| 3.1.9. Limitaciones debidas a determinadas propiedades químicas<br>del suelo y su corrección .....         | 46        |
| <b>3.2. Plantación</b> .....   | <b>48</b> |
| 3.2.1. Material vegetal de plantación .....  | 48        |
| 3.2.2. Época de plantación .....   | 50        |
| 3.2.3. Distribución de los árboles en el terreno .....   | 50        |
| 3.2.4. Apertura de los hoyos de plantación .....   | 52        |
| 3.2.5. Plantación .....  | 52        |
| 3.2.6. Cuidados posteriores a la plantación .....  | 54        |
| <b>4. DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN OLIVAR</b> .....   | <b>57</b> |
| <b>4.1. Consideraciones sobre las densidades de plantación</b> .....                                       | <b>59</b> |
| <b>4.2. Ensayos de marcos de plantación en olivar de secano</b> .....                                      | <b>65</b> |
| <b>4.3. Ensayo de marcos de plantación en olivar de riego</b> .....  | <b>71</b> |
| <b>4.4. Recomendaciones sobre los marcos de plantación a emplear</b> .....                                 | <b>76</b> |
| <b>4.5. Reducción de la densidad inicial en las plantaciones intensivas<br/>    de alta densidad</b> ..... | <b>77</b> |
| <b>5. REESTRUCTURACIÓN DEL OLIVAR</b> .....  | <b>81</b> |
| <b>5.1. Aumentos de densidad</b> .....   | <b>83</b> |
| <b>5.2. Replantaciones</b> .....   | <b>85</b> |
| <b>6. PODA DEL OLIVO EN PLANTACIÓN INTENSIVA</b> .....   | <b>89</b> |
| <b>6.1. Poda de formación del olivo</b> .....  | <b>91</b> |
| 6.1.1. Poda de formación en plantaciones tradicionales .....   | 92        |
| 6.1.2. Poda de formación de plantaciones intensivas .....  | 92        |
| 6.1.3. Poda de formación en el vivero .....  | 95        |
| 6.1.4. Actuaciones durante los dos primeros años .....   | 96        |

|   |            |
|---|------------|
| 6.1.5. Modelo de árbol .....  | 99         |
| 6.1.6. Transformación de formas arbustivas en árboles de un solo tronco ...   | 99         |
| <b>6.2. Poda de producción .....</b>  | <b>101</b> |
| 6.2.1. Concepto de poda de producción y mantenimiento .....   | 101        |
| 6.2.2. Realización de la poda de producción .....   | 103        |
| 6.2.3. Mejora del tamaño del fruto y del rendimiento graso de la aceituna ...   | 105        |
| 6.2.4. Poda de producción en plantaciones de riego .....  | 108        |
| 6.2.5. Poda mecánica de producción .....  | 108        |
| 6.2.5.1. <i>Ensayo en olivar tradicional con riego de apoyo</i> .....   | 109        |
| 6.2.5.2. <i>Ensayo en olivar viejo tradicional de secano</i> .....  | 112        |
| 6.2.5.3. <i>Ensayo en plantación intensiva de olivar de secano</i> .....  | 113        |
| 6.2.5.4. <i>Ensayo en plantación intensiva de olivar con riego de apoyo</i> ...   | 114        |
| 6.2.5.5. <i>Conclusiones a los ensayos de poda mecánica</i> .....   | 118        |
| 6.2.6. Las máquinas podadoras y su capacidad de trabajo en el olivar ...  | 119        |
| <b>6.3. Poda de adaptación a la recolección mecánica con vibrador .....</b>   | <b>121</b> |
| 6.3.1. Factores que afectan al derribo de frutos con vibrador .....   | 121        |
| 6.3.2. Criterios de actuación sobre los árboles para mejorar la eficacia<br>de los vibradores multidireccionales de troncos ..... | 124        |
| 6.3.3. Un ensayo de poda de adaptación a la recolección mecánica<br>con vibrador en plantación intensiva joven .....              | 125        |
| <b>7. MODELO DE MANEJO UNA PLANTACIÓN DE OLIVAR .....</b>   | <b>129</b> |
| <b>8. SISTEMAS DE MANEJO DE SUELO .....</b>   | <b>135</b> |
| <b>8.1. Introducción .....</b>  | <b>137</b> |
| <b>8.2. Sistemas de cultivo en olivar .....</b>   | <b>142</b> |
| 8.2.1. El laboreo .....   | 142        |
| 8.2.2. No laboreo con suelo desnudo (NLD) .....   | 143        |
| 8.2.3. Semilaboreo .....  | 148        |
| 8.2.4. Mínimo laboreo (ML) .....  | 149        |
| 8.2.5. Sistemas de cultivo con cubierta .....   | 150        |
| 8.2.5.1. <i>Cultivo con cubierta inerte</i> .....   | 151        |
| 8.2.5.2. <i>Cultivo con cubierta viva de malas hierbas durante el invierno</i> .  | 151        |
| 8.2.5.3. <i>Cultivo con cubierta viva de cereal o veza</i> .....  | 156        |
| <b>9. FERTILIZACIÓN .....</b>   | <b>161</b> |
| <b>9.1. Objetivo de la fertilización .....</b>  | <b>163</b> |
| <b>9.2. Criterios para la programación de la fertilización en olivar .....</b>  | <b>163</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>9.3. Métodos de diagnóstico y programación de la fertilización</b>                | <b>165</b> |
| 9.3.1. Análisis de hojas   | 165        |
| 9.3.2. Análisis de suelos  | 167        |
| <b>9.4. Recomendaciones generales sobre el abonado del olivo</b>                     | <b>168</b> |
| 9.4.1. Nitrógeno   | 168        |
| 9.4.2. Fósforo   | 170        |
| 9.4.3. Potasio   | 171        |
| 9.4.4. Otros elementos   | 173        |
| 9.4.4.1. Boro  | 174        |
| 9.4.4.2. Hierro  | 174        |
| 9.4.4.3. Calcio  | 175        |
| 9.4.4.4. Magnesio  | 176        |
| 9.4.4.5. Manganeso   | 176        |
| 9.4.4.6. Sustancias húmicas  | 176        |
| 9.4.4.7. Bioestimulantes y Bioactivadores  | 177        |
| <b>10. RIEGO</b>   | <b>179</b> |
| 10.1. Planteamiento del problema   | 181        |
| 10.2. Programación de riegos   | 183        |
| 10.3. Necesidades de agua en un olivar   | 189        |
| 10.4. Un ensayo de verificación de los resultados                                    | 196        |
| 10.5. Factores que influyen en las necesidades de agua de riego del olivar           | 198        |
| 10.6. La poda y las necesidades de agua del olivar                                   | 203        |
| 10.7. Los sistemas de cultivo y las necesidades de agua del olivar                   | 204        |
| 10.8. El riego y la calidad del aceite   | 204        |
| <b>11. PROTECCIÓN DEL CULTIVO. TÉCNICAS DE MANEJO INTEGRADO</b>                      | <b>207</b> |
| 11.1. Planteamiento de las estrategias de control de plagas y enfermedades en olivar | 210        |
| 11.2. Plagas del olivar  | 211        |
| 11.3. Enfermedades del olivar  | 216        |
| <b>12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>  | <b>219</b> |



## PRESENTACIÓN

Nuestra producción agrícola y la del aceite de oliva en particular, tendrá que competir en los mercados internacionales del siglo XXI probablemente con un régimen de ayudas muy distinto al existente.

En la actualidad se observa una clara evolución al alza en la producción comunitaria y mundial de aceite de oliva, mientras que el presupuesto de la U.E. para ayudar al sector parece limitado y con pocas posibilidades de aumentar, por lo que previsiblemente se reducirán las cantidades a recibir por cada oliverero.

Por otro lado, existen dificultades para compatibilizar las ayudas a la producción real con los Acuerdos sobre Agricultura recogidos en el Acta Final en la que se incorporan los resultados de la Ronda de Uruguay del GATT y de las negociaciones internacionales, cuyos objetivos a largo plazo pueden ser:

- la reducción progresiva y sustancial de la protección a la agricultura.
- la no protección arancelaria en fronteras.

Estas razones han de inducir, con urgencia, al diseño de un modelo de agricultura, y de olivicultura en particular, adaptada a las necesidades socioeconómicas actuales, teniendo en cuenta que a corto plazo se vislumbran ciertos problemas para el sector como el ya citado de las previsibles y sustanciales reducciones de las ayudas directas, así como los altos costes derivados de una mano de obra cara y extraordinariamente escasa y de la propia estructura del cultivo, no mecanizable o mecanizable con dificultades en muchas de las situaciones. Ello hace que nuestros costes de producción sean muy superiores al de otros países, especialmente los del Norte de África y Oriente Medio, que disponiendo de mano de obra barata y abundante, les permite colocar sus producciones en los mercados internacionales a unos precios más competitivos.

Ante estas perspectivas, es fundamental la creación de olivares competitivos y mecanizables, que emplean racionalmente los factores de producción para producir a bajo coste, siendo a la vez más respetuosos con el medio ambiente, lo que permitirá además enviar a los mercados productos cada vez más saludables.

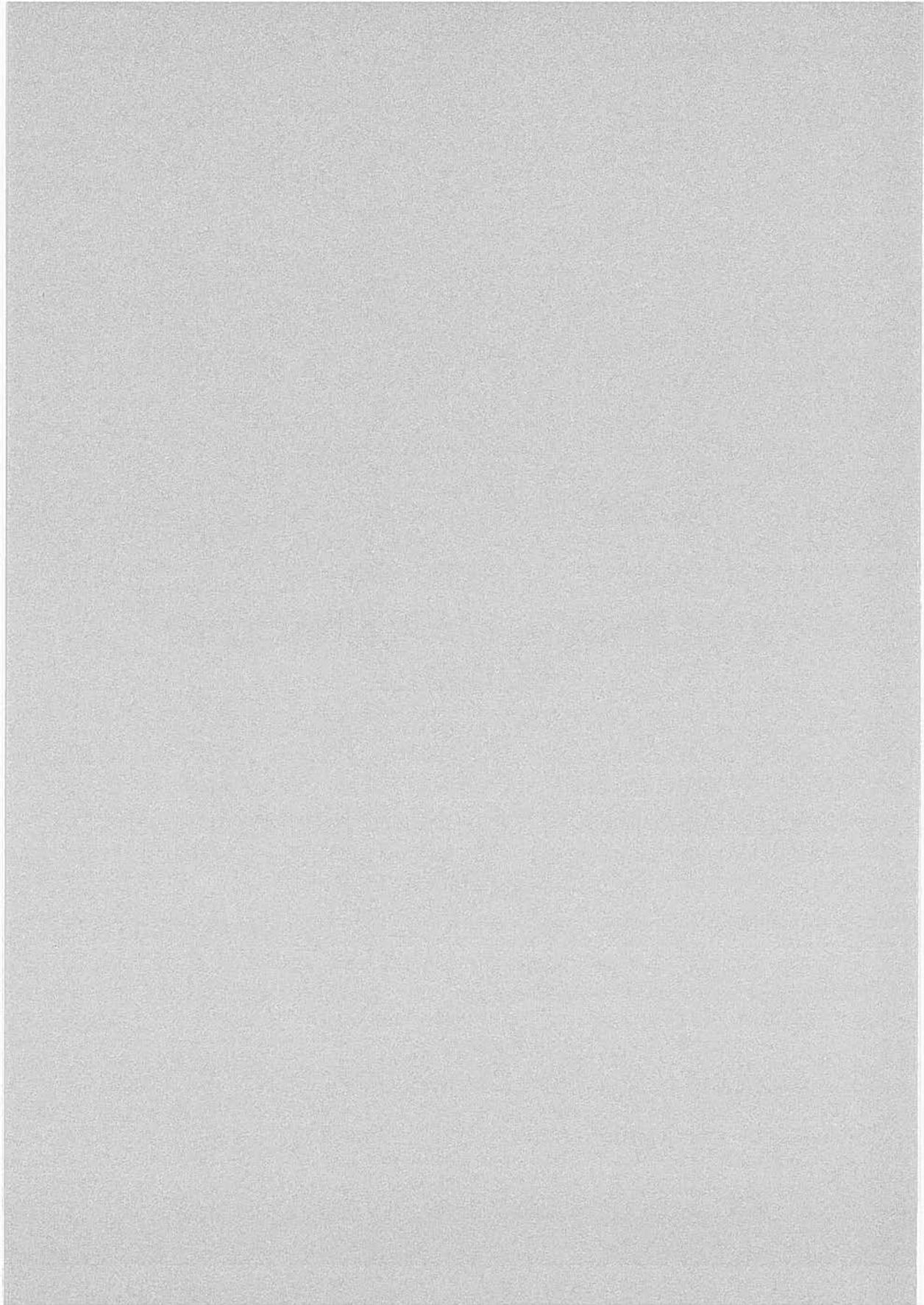
Estos son los objetivos de este libro, en el que se pretende presentar los criterios para diseñar una moderna olivicultura competitiva con las oliviculturas de otros países productores, haciendo posible que nuestros aceites de oliva puedan competir con otras grasas vegetales más baratas debido a que su producción está totalmente mecanizada. Es el caso de los aceites de semillas producidos por cultivos anuales (girasol, colza, etc.). Aspectos fundamentales como la **mejora de la calidad** del aceite son igualmente abordados bajo el punto de vista de la aplicación de las técnicas de cultivo, así como del propio diseño de la plantación.

Este libro ha sido posible gracias al trabajo en equipo de un grupo de técnicos del Departamento de Olivicultura durante más de 30 años. El trabajo se ha sustentado, en primer lugar, en el Plan de Reconversión y Reestructuración Productiva del Olivar del Ministerio de Agricultura y Pesca, que en 1972 planteó y financió la puesta en marcha de una Red de Ensayos y Seguimientos en Explotaciones Olivareras Colaboradoras. Posteriormente el INIA del MAPA financió desde 1976 hasta la actualidad, ininterrumpidamente, diferentes Proyectos de Investigación que han sido la base para poder llegar al estado actual de conocimientos. La Dirección General de Investigación y Formación Agraria de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía ha potenciado la realización de experiencias y ensayos en olivar, que ha sido fundamental para poder desarrollar los proyectos de investigación. Hay que destacar en este sentido la utilidad de la Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA), así como los Proyectos de Investigación Regional (PIR) con los que se han financiado algunos de los ensayos, cuyos resultados aquí se presentan.

Por último, expresar agradecimiento a los Autores y otros investigadores del C.S.I.C. (Instituto de Agricultura Sostenible) y Técnicos de las Delegaciones Provinciales de la Consejería de Agricultura de Jaén, Córdoba y Sevilla que colaboraron también en la ejecución de los ensayos.

*Francisco Nieto Rivera*  
**Director General de Investigación y Formación Agraria**

# **1. OBJETIVO DE LAS PLANTACIONES DE OLIVAR**



## 1. OBJETIVO DE LAS PLANTACIONES DE OLIVAR

Cuando un agricultor decide realizar una nueva plantación de olivar, previamente ha debido fijarse los objetivos que persigue. Desde el punto de vista económico debe tratar de conseguir un sistema productivo que le permita obtener el **máximo beneficio**, al que se llegará obteniendo una máxima producción, un máximo precio por la venta de las aceitunas, así como produciendo a mínimo coste. Tampoco debe pasar inadvertida la necesidad de que el plazo de recuperación de la inversión sea el mínimo, para lo cual es fundamental acelerar la entrada en producción de la plantación.

La obtención de la máxima producción de nuestro olivar debemos fundamentarla en la optimización del uso del medio productivo: suelo/clima, luz y disponibilidades de agua, fundamentalmente. En ningún momento nos plantearemos alcanzar este objetivo aumentando el empleo de insumos (fertilizantes, fitosanitarios, etc.). La conservación del medio productivo, fundamentalmente el agua y el suelo, debe ser otro de los objetivos prioritarios, atendiendo siempre al axioma: **usar pero conservando**.

Por otro lado, apostar por la obtención de productos de la **máxima calidad** (aceite y aceitunas de mesa) es siempre fundamental, ya que ello nos permitirá obtener el **máximo precio** de mercado, en especial en mercados y años en los que la oferta sea superior a la demanda, y nos encontremos con la necesidad de alcanzar nuevos mercados, en los que deberemos conquistar a consumidores no habituales, a los que solamente se accede por la vía **calidad-precio**.

Se han de extremar los cuidados para que el fruto llegue en perfecto estado a la almazara, conservando todas sus características, y así obtener un producto de excelente calidad. Durante el proceso industrial se ha de conseguir que estas características no se deterioren por un mal manejo de los equipos e instalaciones. Estas características de los aceites, sobre todo las organolépticas, están íntimamente relacionadas con el momento en el que se realiza la recolección, y fundamentalmente con la **variedad** utilizada, de la que en gran medida depende el tipo de aceite producido, teniendo siempre en cuenta que debemos producir aquello que el consumidor quiere consumir, y no lo que nosotros queremos que consuma.

Producir a **mínimo coste** es otro de los objetivos prioritarios de la nueva olivicultura, por lo que la creación de un **olivar totalmente mecanizable** es fundamental, en especial si tenemos en cuenta que nos encontramos ante un cultivo con una gran dependencia de la mano de obra debido a que operaciones como la recolección o la poda están insuficientemente mecanizadas, consumiendo entre ambas más del 80% de los costes totales de cultivo. Nuestro objetivo debe ser acercar nuestros costes de producción al de otros aceites vegetales (girasol, soja, etc.) cuyo proceso de producción está muy mecanizado y con una escasa dependencia de la mano de obra. Este acercamiento nos permitirá competir vía precio-calidad en los mercados. Por esta razón la mecanización debe ser siempre un objetivo prioritario.

Por otro lado, en los próximos años con toda seguridad vamos a tener que competir con otros países productores que disponen de una mano de obra barata y abundante, y por tanto con costes de producción notablemente inferiores a los nuestros. Ello les permitirá estar en los mercados internacionales a precios mucho más ventajosos que los nuestros, lo que sin duda puede ser un escollo importante a la hora de vender nuestros productos en dichos mercados.

Como es natural, siempre debe tenerse muy en cuenta el **medio productivo** en el que vamos a realizar la plantación, siendo necesario un estudio previo del mismo, lo que nos permitirá conocer la posible existencia de **factores limitantes** para la vida a largo plazo del olivar (suelo encharcadizo, salinidad, exceso de caliza, calidad del agua en el caso de futuro regadío, etc.). En la actualidad no tendría sentido una plantación en un medio con limitaciones para la vida o el desarrollo de los árboles, puesto que estaríamos creando un **olivar marginal** de dudosa rentabilidad.

Debe tenerse siempre presente que el agua es el principal factor limitante de la producción del olivar, ya que la inmensa mayoría de las plantaciones se cultivan en secano. En esta situación deben tenerse en cuenta todas aquellas prácticas agronómicas que puedan mejorar la eficiencia del uso del agua (*Steward y Steiner, 1990*): aumento de la densidad de plantas y su distribución sobre el terreno, control de malas hierbas en los momentos críticos, mejora de los sistemas de manejo del suelo (no-laboreo, mínimo laboreo), mantenimiento de la cobertura vegetal, mejora de las prácticas de fertilización, prácticas de reducción de la escorrentía, etc.

Tenemos que afrontar un importante reto, crear una olivicultura que pueda ser capaz de subsistir sin las actuales ayudas institucionales, ayudas que en cualquier momento pueden desaparecer o verse reducidas sustancialmente.

En este libro vamos a intentar sentar las bases que hagan posible la creación de la nueva olivicultura intensiva, una olivicultura que cuente con todos los cuidados culturales necesarios: riegos, fertilización, manejo del suelo y tratamientos fitosanitarios, todos ellos aplicados dentro del marco que podríamos denominar de **buenas prácticas agrícolas**. No se entendería una moderna olivicultura intensiva en la que no se aplicaran unos cuidados culturales esmerados, pero solo aquellos que tienen una probada eficacia y rentabilidad, ya que en ocasiones, y en especial en momentos de grandes beneficios, es frecuente excederse en las atenciones dadas a una plantación.

### 1.1. Acortamiento del período improductivo de la plantación

Además de los cuidados culturales durante los primeros años y en especial el riego de apoyo, que juegan un importante papel en la reducción de la duración del período improductivo, otros factores como la **poda de formación**, la **variedad elegida**, y el **material vegetal empleado** en la plantación, tienen una vital importancia en la precocidad de entrada en producción.

Aunque a la **poda de formación** se dedica en este libro un capítulo en el que trataremos el tema con suficiente amplitud, conviene decir aquí que en los primeros años deben reducirse al mínimo la intensidad de las intervenciones, ya que podas severas alargan el período improductivo y reducen el crecimiento del olivo. Deberíamos tratar de conseguir árboles aptos para la mecanización integral del cultivo, siendo para ello fundamental la utilización de plantas de vivero en las que el viverista ya haya iniciado la formación con un único tronco.

La **variedad** empleada debe ser de abundante y de precoz entrada en producción. No todas las variedades cumplen este requisito, existiendo algunas como 'Picual', 'Arbequina', 'Manzanilla', 'Koroneiki', entre otras, que destacan por su precocidad, por lo que al planificar la plantación este es un aspecto que debe tenerse siempre muy en cuenta.

El **material vegetal** empleado tiene también una gran importancia ya que puede afectar a la precocidad de entrada en producción y a la formación de los árboles. Debe recomendarse la utilización de plántones procedentes del autoenraizamiento de estaquillas semileñosas bajo nebulización.

La **sanidad vegetal** de las plantas empleadas es igualmente fundamental, debiéndose desechar plantas afectadas de cualquier tipo de enfermedad.

## 1.2. Óptimo aprovechamiento del medio productivo

La óptima producción de una plantación de olivar se consigue mejorando la utilización de los factores que intervienen en su fructificación. Tienen gran importancia las disponibilidades de agua y nutrientes contenidos en el suelo. Una vez que ambos factores dejan de ser limitantes, debemos tratar de interceptar la máxima cantidad de **radiación solar**, y la no optimización del uso de este recurso es lo que en mayor medida limita las producciones del olivar. Es necesario disponer de la máxima superficie foliar correctamente iluminada, de modo que la producción de asimilados por la planta sea el máximo posible de acuerdo con las disponibilidades de agua. Ello solamente puede conseguirse a través de una adecuada densidad de plantación, de una correcta localización de las plantas sobre el terreno, y todo ello unido a una poda adecuada de formación y fructificación, que para un idéntico tamaño de los árboles permite obtener la máxima superficie foliar iluminada y por tanto una mayor producción. Podas que reduzcan de una forma drástica el volumen de copa de los olivos o su frondosidad, en la mayoría de los casos impiden obtener la máxima capacidad productiva del medio.

Los sistemas de manejo del suelo deben ser los adecuados, ya que determinado tipo de labores o la presencia de malas hierbas en desarrollo en determinados momentos del año, pueden limitar las disponibilidades de agua para el cultivo, limitando de este modo su potencial productivo. Los agricultores siempre están preocupados por conseguir la máxima infiltración de agua de lluvia en el suelo, pero casi nunca se tiene en cuenta que en climas áridos como el nuestro, la **evaporación** de agua desde el suelo oca-

siona importantes pérdidas de agua, por lo que adoptar medidas que permitan conservar la humedad es fundamental, ya que su aprovechamiento por el olivo puede traducirse en importantes aumentos de producción.



▲ Fotografía 1.1. *Olivar intensivo de la variedad 'Picual' en Córdoba, formado con un tronco, con riego por goteo y en no-laboreo. Puede ser el prototipo de olivar mecanizable y productivo que permite producir aceite a muy bajo coste.*

### 1.3. Mecanización del cultivo

El olivar es uno de los cultivos que mayor cantidad de mano de obra demanda, en especial en la recolección de las aceitunas y en la poda, operaciones que llegan a consumir el 85 por 100 del total de mano de obra empleada, que en coste representa entre un 40 y 60 por 100 del valor de las aceitunas. Por esta razón, la mecanización de la plantación tiene un interés prioritario. Por otro lado, la disponibilidad de mano de obra en épocas punta, como las de recolección, es cada vez menor.

El **vibrador de troncos** es la única máquina que resuelve, de forma aceptable por el momento, el derribo mecánico de los frutos, debiéndose adaptar los árboles para hacer posible la utilización rentable de ésta máquina. La cantidad de aceitunas recogidas por el vibrador está condicionado por tres parámetros: la cuantía de la cosecha, el porcentaje de frutos derribados, y el número de olivos recolectados por jornada de trabajo. En este sentido la formación de árboles con un único tronco es indispensable. En el correspondiente capítulo de **poda** se tratan ampliamente aspectos fundamentales como son la formación de los olivos y el tipo de poda a realizar para aumentar el porcentaje de fruto derribado. Asimismo se analizan las posibilidades de mecanización de la poda, por lo que no vamos a tratar aquí los mencionados aspectos.



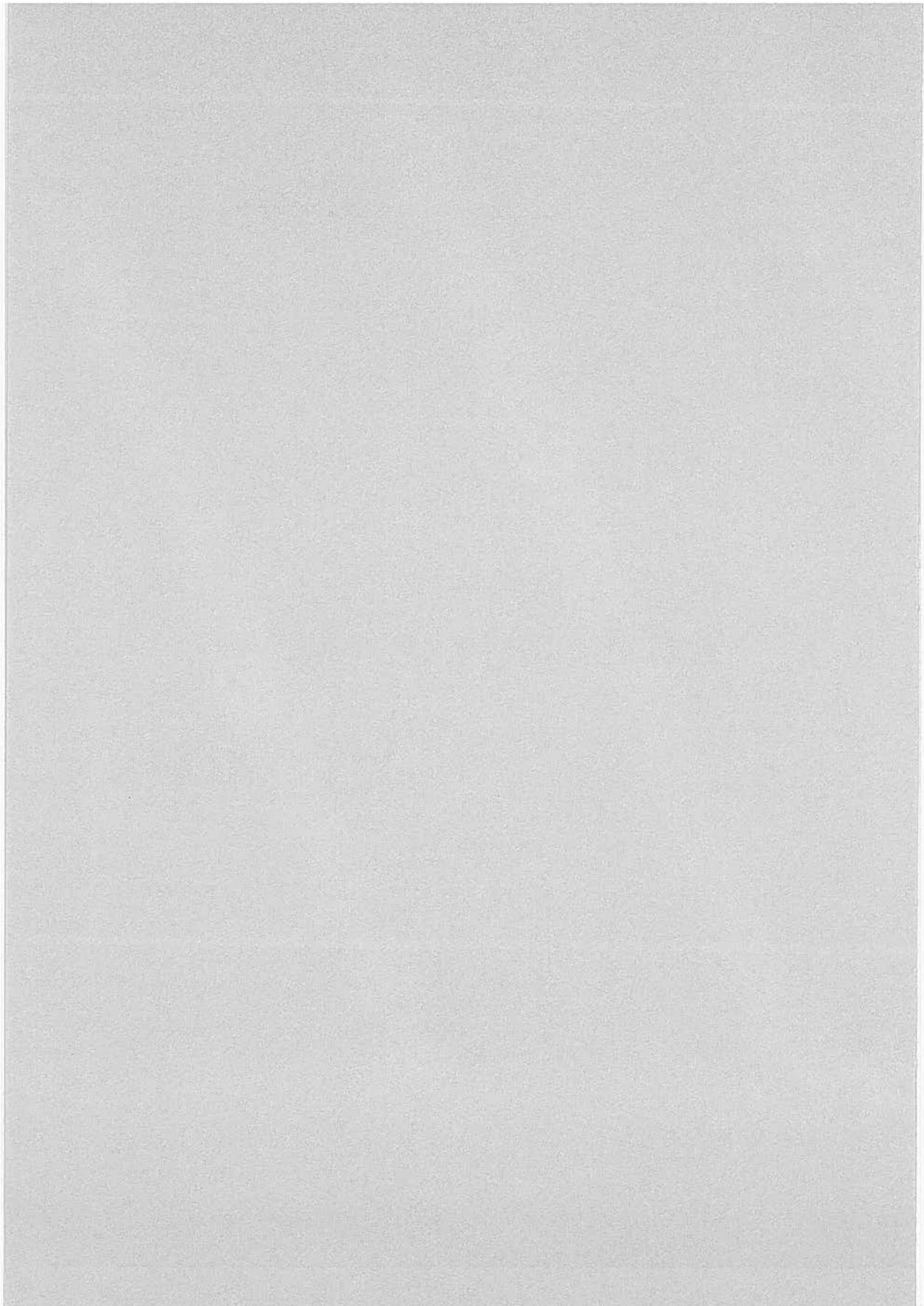


▲ Fotografía 1.2. Máquina integral de recolección de aceituna, arrastrada por un tractor, que despliega un telón bajo la copa de los olivos, mientras que un vibrador de troncos derriba los frutos sobre él. Como es natural necesita árboles formados con un único tronco y adaptados a este tipo de recolección.

La mecanización de técnicas de cultivo tales como el laboreo, aplicación de fitosanitarios, fertilización y preparación del suelo para la recolección, está suficientemente resuelto en la actualidad, sin que planteen demasiados problemas. Por lo que no van a ser tratados en esta publicación, ya que son bien conocidos por los olivareros.



## **2. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD**



## 2. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD

Uno de los principales aspectos a considerar al hacer una plantación de olivar es el de la elección de la variedad. Las características genéticas de la misma van a condicionar: la resistencia o sensibilidad ante condiciones adversas de clima (sequía, heladas) o ataques de plagas y enfermedades; la precocidad en la entrada en producción; el comportamiento ante determinados problemas de suelo (alto contenido en caliza activa, salinidad, etc.); la cuantía de las cosechas y la alternancia en la producción; la fecha y escalonamiento de la maduración; la facilidad o la dificultad para la recolección, incluida la adaptación al derribo con máquinas vibradoras; la calidad de las aceitunas y del aceite; el tamaño de los frutos o el rendimiento graso, etc.

En la elección de variedades se aplicarán además criterios de naturaleza económica y de naturaleza técnica, pudiendo destacar los que se citan a continuación.

### 2.1. Tipo de producción: Aceituna de mesa o aceite

Dentro de las variedades adecuadas para aceituna de mesa es preciso distinguir si se va a producir aceitunas para consumo en verde al estilo sevillano; producción de aceitunas de recolección en verde y preparación en negro, o de recolección y preparación en negro. Si se trata de aceitunas para almazara habrá que decidirse por la producción de un determinado tipo de aceite en función del mercado al que presumiblemente se destinará, o tener en cuenta las facilidades para su comercialización.

Para aderezo al estilo sevillano la variedad 'Manzanilla' es la que proporciona frutos de la mejor calidad, mientras que la 'Gordal', por el tamaño de sus frutos, alcanza altas cotizaciones en el mercado. Para aderezo en negro, tanto en **salmueras** como para aderezo al **estilo californiano**, la variedad 'Hojiblanca' puede tener un gran interés. La doble aptitud mesa-almazara hace que esta variedad junto con la 'Manzanilla' deban ser siempre tenidas en cuenta. La 'Manzanilla Cacereña' es igualmente una excelente variedad para aderezo en negro.

La variedad tiene un peso específico importantísimo en el tipo y calidad de los aceites (Uceda y Hermoso, 1994), debiendo considerarse el tipo de aceite a producir en función del mercado al que presumiblemente se destina.

Como aceituna de almazara la variedad 'Picual' es muy interesante, proporcionando aceites con gran estabilidad y buen comportamiento en la cocina, destacando su alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados, por lo que sus aceites son dietéticamente muy saludables. Si se buscan aceites organolépticamente destacados, 'Arbequina', 'Frantoio', 'Hojiblanca', 'Koroneiki', 'Picudo' y 'Pico Limón', entre otras, proporcionan aceites frutados de gran calidad. En ciertos casos convendrá la elección de una variedad con doble aptitud, que permita destinar la producción a mesa o a aceite, según campañas o en función del tonelaje esperado.

En plantaciones de cierta extensión no aconsejamos el empleo de una sola variedad, es más operativo plantar al menos tres variedades con maduración escalonada, lo

cual racionalizará el manejo del olivar, permitiendo programar la recolección de las aceitunas, ampliando el período de empleo de la maquinaria, reduciendo los riesgos ocasionados por eventuales accidentes meteorológicos, regularizando probablemente la variación interanual de las cosechas.

## 2.2. Comportamiento de la variedad

El comportamiento de las variedades locales o de las cultivadas en zonas próximas al lugar de plantación, puede ser bien conocido por los olivereros. Cuando se trate de introducir variedades foráneas debería recurrirse a la información obtenida en ensayos comparativos de variedades realizados en la región o en otras zonas que pueden aceptarse como similares. Aunque siempre sería conveniente disponer de los datos referentes a ensayos comparativos sobre el comportamiento vegetativo y productivo de las variedades en todas las zonas oleícolas más importantes, desgraciadamente este tipo de información no existe en la mayoría de las situaciones.

Hay que tener en cuenta que ciertas variedades tienen un excelente comportamiento en su zona habitual, pero se adaptan mal fuera de ella, como es el caso de 'Chemlali' cuando sale de la región tunecina de Sfax. Otras variedades ofrecen buena plasticidad, con buena adaptación en regiones muy alejadas. Es el caso del 'Manzanilla de Sevilla', plenamente adaptada en puntos tan lejanos de su origen como Israel, California (USA) o Baja California (México). El 'Frantoio' se ha adaptado muy bien en las plantaciones del Norte de África o en la Argentina, o 'Picual', con buena adaptación en zonas tan lejanas como Andalucía y Cataluña (Tous y Romero, 1992; Cabus et al., 1992) o a las zonas olivereras del Norte de África, lo que igualmente ocurre con 'Arbequina' con excelente adaptación en Cataluña, Andalucía o Argentina.

En algunas variedades, el hecho de salir de un entorno muy particular cambia el porte de los árboles o la capacidad productiva, como ha sucedido con 'Arbequina' de Lérida que al ser introducida en Andalucía muestra un porte casi tan vigoroso como 'Picual', mostrándose asimismo muy productiva (Pastor y Jiménez, 1992), cuando en su zona originaria se la había clasificado como poco vigorosa y con escasa producción.

En la Tabla 2.1. mostramos datos medios de producción e índice de alternancia de producción de tres ensayos comparativos de variedades de olivo realizados por el Departamento de Olivicultura en Córdoba, Lucena (Córdoba) y Valentins (Tarragona), así como por el IRTA en Reus (Tarragona), tanto en condiciones de riego como en secano. Dentro de la prudencia con que debe ser tratada este tipo de información, destaca el buen comportamiento y plasticidad de 'Picual' y 'Arbequina' en todos los ensayos presentados, estando siempre entre las más productivas. En los ensayos realizados en Andalucía 'Picual' supera ligeramente en producción a 'Arbequina', mientras que en el realizado en Reus es 'Arbequina' la que proporciona la mayor cosecha media. Con respecto al índice de alternancia de producción, 'Arbequina' se comporta como menos **vecera** que 'Picual' en los tres ensayos presentados.

Tabla 2.1. Resumen de las producciones e índices de alternancia observados en diferentes ensayos comparativos de variedades.

| VARIETADES     | Alameda del Obispo (1) |                     |                       |                     | Más Bové (2)        |                     |                       |                     | Valentíns (3)       |                     |                       |                     | La Cordobesa (4)    |                     |                       |                     |
|----------------|------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|                | Producción cosechas    |                     | Índice de alternancia |                     | Producción cosechas |                     | Índice de alternancia |                     | Producción cosechas |                     | Índice de alternancia |                     | Producción cosechas |                     | Índice de alternancia |                     |
|                | Media                  | 2 primeras cosechas | Media                 | 2 primeras cosechas | Media               | 2 primeras cosechas | Media                 | 2 primeras cosechas | Media               | 2 primeras cosechas | Media                 | 2 primeras cosechas | Media               | 2 primeras cosechas | Media                 | 2 primeras cosechas |
| Pendolino      | 21,7                   | 9,5                 | 0,29                  | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   |
| Picual         | 23,4                   | 20,5                | 0,73                  | 12,25               | 13                  | 0,45                | -                     | 8,89                | 13,63               | 0,16                | -                     | 18,25               | 36,05               | -                   | 0,57                  | -                   |
| Frantío        | 21,8                   | 10                  | 0,66                  | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | 14,69               | 22,79               | -                   | 0,57                  | -                   |
| Arbequina      | 19,4                   | 11,5                | 0,51                  | 14,86               | 12,25               | 0,41                | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | 17,14               | 44,46               | -                   | 0,59                  | -                   |
| Lechín Sevilla | 15,2                   | 3                   | 0,63                  | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   |
| Hojiblanca     | 14,2                   | 4,5                 | 0,61                  | -                   | -                   | -                   | -                     | 7,15                | 11,5                | 0,37                | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   |
| Manzanilla     | -                      | -                   | -                     | 5,91                | 0,66                | 0,83                | -                     | 6,48                | 10,95               | 0,34                | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   |
| Cornicabra     | 12,8                   | 5                   | 0,49                  | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   |
| Cipresino      | 14,4                   | 7                   | 0,47                  | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   |
| Empeltre       | -                      | -                   | -                     | 8,01                | 1,14                | 0,69                | -                     | 4,4                 | 6,17                | 0,59                | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   |
| Villalonga     | -                      | -                   | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | 5,72                | 12,18               | 0,45                | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   |
| Morrut         | -                      | -                   | -                     | 7,9                 | -                   | -                   | -                     | 3,91                | 3,72                | 0,35                | -                     | -                   | -                   | -                   | -                     | -                   |

(1) Córdoba. Riego por goteo. Marco 6x6 m. Plantación 1976. Número de cosechas controladas: 8 (1979 a 1986).

(2) Reus (Tarragona). Riego goteo de apoyo (secano los tres primeros años). Marco 7x4 m. Plantación 1984. Número de cosechas controladas: 10 (1987 a 1996). Ensayo controlado por IRTA (Tous, comunicación personal).

(3) Ulldesona (Tarragona). Secano. Marco 7x7 m. Plantación 1977. Número de cosechas controladas: 4 (1982 a 1985).

(4) Lucena (Córdoba). Secano. Marco 7,5x6 m. Plantación 1982. Número de cosechas controladas: 9. (1989 a 1997).



▲ Fotografía 2.1. La variedad 'Picual' es con mucho la más utilizada en nuestras plantaciones, es muy productiva y tiene un excelente rendimiento en el aceite. La caída natural tras su maduración y su susceptibilidad a verticilosis con los defectos más importantes.

Con respecto a las variedades Andaluzas, en todos los ensayos cuyos datos presentamos 'Picual' se muestra más productiva que 'Hojiblanca', 'Lechín de Sevilla' y 'Manzanilla'. La variedad 'Morrut' tomada como referencia en los ensayos de la provincia de Tarragona, se muestra casi siempre mucho menos productiva que otras variedades, en especial con respecto 'Picual' y 'Arbequina'.



▲ Fotografía 2.2. Aceitunas de la variedad 'Hojiblanca' productora de aceites frutados de gran calidad. El árbol, vigoroso, es tolerante a la sequía. De maduración tardía, sus frutos permanecen largo tiempo en el árbol, siendo su caída natural escasa, lo que hace que esta variedad pueda ser indispensable en plantaciones de gran superficie en las que sería deseable emplear diferentes variedades.



### 2.3. Interacción variedad, fertilidad del suelo y densidad de plantación

Para el éxito de la plantación se debe de considerar conjuntamente el vigor previsible de la variedad en el medio en el que se va a realizar la plantación, en función del suelo y del clima, y el marco de plantación, pues para variedades de comportamiento poco vigoroso, se podrían aumentar las densidades recomendadas, optando por marcos de plantación más amplios cuando sean de esperar olivos de mayor vigor. Igualmente la formación del olivo estará de acuerdo con la densidad de plantación y con el porte de la variedad elegida.

### 2.4. Precocidad de entrada en producción

La entrada en producción debe de ser precoz y con cosechas abundantes, lo que permitirá amortizar pronto la inversión realizada, aspecto que nunca debe ser olvidado. Con respecto a la variedad a utilizar, en la Tabla 2.1. mostramos datos de precocidad de entrada en producción (suma de las dos primeras cosechas producidas) de diferentes variedades en los 4 ensayos realizados en las provincias de Córdoba y Tarragona. Destaca la precocidad de 'Picual' en todos los ensayos, siendo igualmente destacable en este sentido la variedad 'Arbequina'. Por el contrario, variedades como 'Lechín de Sevilla', 'Hojiblanca', 'Cornicabra', 'Cipresino', 'Empeltre' y 'Morrut', muestran en estos ensayos una tardía entrada en producción. Estos datos confirman, en general, la opinión que se tenía sobre esta característica varietal. En otros ensayos, cuyos datos no presentamos, variedades como 'Leccino' y 'Koroneiki' mostraron igualmente una gran precocidad, mientras que 'Frantoio' (Tabla 2.1.) muestra una lenta entrada en producción.



▲ Fotografía 2.3. La variedad 'Arbequina' es muy productiva, regular en sus producciones y permite obtener aceites muy frutados, con buena cotización en determinados mercados. Debe tenerse en cuenta en las nuevas plantaciones, ya que puede mejorar muchos de nuestros aceites.



▲ Fotografía 2.4. La variedad 'Manzanilla' es la que produce aceitunas de mesa de la mejor calidad, es productiva y permite su utilización como aceituna de almazara, proporcionando también aceites de calidad, con un buen rendimiento graso. Es sensible al frío.

## 2.5. Tolerancia a condiciones adversas de suelo, clima o enfermedades

Aunque nunca deberíamos plantar el olivar cuando las condiciones del medio sean limitantes, deberían emplearse variedades que además de ser productivas tengan un buen comportamiento ante diversas condiciones adversas. Cordeiro (1997) señala como tolerantes a altos contenidos de caliza en el suelo cultivares tales como 'Hojiblanca', 'Cornicabra' y 'Nevadillo Negro', mientras que 'Picual' y 'Lechín de Sevilla' muestran tolerancia a la salinidad (Marin et al., 1995). Igualmente es interesante tener en cuenta la resistencia al frío cuando la climatología haga prever este riesgo. Observaciones realizadas en Perugia (Italia) por Fontanazza y Preziosi (sin fecha) tras las heladas de febrero de 1967, mostraron una alta resistencia a las heladas los cultivares 'Carboncella', 'Casaliva', 'Cellina', 'Itrana' y 'Verdale'. Por lo que respecta a las variedades españolas, se considera a 'Verdial de Huelva' como tolerante a frío; 'Picual', 'Hojiblanca', 'Arbequina' y 'Gordal' se consideran como medianamente tolerantes; mientras que 'Lechín de Sevilla', 'Manzanilla' y 'Cornicabra' se consideran como sensibles a bajas temperaturas. Sin embargo la mayor o menor sensibilidad-tolerancia a frío puede depender muchas veces del estado de carga/descarga de los árboles, o de su estado nutritivo, siendo los árboles en descarga menos sensibles, así como los que presentan un buen estado vegetativo en el momento de producirse la helada.

Es igualmente interesante contemplar la susceptibilidad a determinados problemas fitosanitarios como *Verticillium dahliae* al que 'Frantoio' (Italia), 'Oblonga' (USA) y 'Kalamon' (Grecia) se muestran como muy tolerantes, mientras que 'Arbequina' parece

tolerante a algunas razas del patógeno (Trapero y Blanco, 1997). El clon de 'Arbequina' *Allegra* también ha mostrado un alto nivel de resistencia a verticilosis siendo 'Picual' extremadamente sensible.



▲ Fotografía 2.5. Olivo de la variedad 'Picual' muerto por verticilosis (*Verticillium dahliae*). En esta parcela árboles de las variedades 'Frantoio' y 'Arbequina' que están tolerando esta enfermedad.

Por lo que respecta a repilo (***Spilocaea oleagina***), que es la enfermedad más importante del olivo, se observa igualmente una amplia gama de susceptibilidad varietal. 'Lechín de Sevilla' es muy tolerante, mientras que 'Picholin Marrocain', 'Meski', 'Picual', 'Hojiblanca', 'Gordal' y 'Manzanilla', entre otras, presentan una gran sensibilidad, mostrándose 'Arbequina' como moderadamente susceptible a este patógeno (Trapero y Blanco, 1997).

Con respecto al patógeno ***Gloeosporium olivarum*** (vivillo o aceitunas jabonosas), 'Picual', 'Lechín de Sevilla' y 'Verdial de Huelva' se muestran tolerantes, mientras que 'Cornicabra', 'Hojiblanca', 'Picudo', 'Empeltre', 'Arbequina' y 'Manzanilla' parecen sensibles a este patógeno (Trapero y Blanco, 1997).

En cuanto a la susceptibilidad a tuberculosis (***Pseudomonas syringae pv. savastanoi***), 'Picual' y 'Verdial de Huelva' se muestran como tolerantes, mientras que 'Hojiblanca', 'Cornicabra', 'Lechín de Sevilla', 'Lechín de Granada', 'Morisca' y 'Picudo' parecen muy susceptibles (Trapero y Blanco, 1997).

Para mejorar la capacidad de adaptación a condiciones especiales no sólo habrá que jugar con las características varietales sino también con la posibilidad de

utilizar portainjertos, ya que estos pueden modificar el vigor de la variedad cultivada (Fontanazza et al., 1992), la sensibilidad ante los nemátodos (Rallo y Cidraes, 1975), la tolerancia a **Verticillium dahliae** (Hartmann et al., 1971), o la resistencia ante las heladas. Según Charlet (1975), citado por Loussert y Brousse (1980), la variedad 'Manzanilla' injertada sobre patrón 'Tanche' o 'Aglandeau' resistió mejor los fríos de 1956 en el Midi francés que sobre sus propias raíces.

En cuanto a la tolerancia a altos contenidos de caliza en suelo, Cordeiro (1997) encontró evidencias que parecen sugerir que ciertos patrones como las variedades 'Hojiblanca', 'Cornicabra' o 'Nevadillo Negro' inducen tolerancia a caliza en las variedades sobre ellos injertadas, habiéndose puesto de manifiesto que en olivo existe una cierta heterogeneidad de la respuesta al uso de portainjertos, en el sentido de que un mismo patrón puede inducir un mayor o menor vigor y productividad, dependiendo de la variedad injertada sobre él (Caballero y del Río, 1997).

## 2.6. Utilización de polinizadores

En olivicultura pueden plantearse problemas de baja productividad cuando en ausencia de polinizadores se realizan plantaciones empleando cultivares no totalmente auto-compatibles o incompatibles (Chaux, 1959; Lavee y Datt, 1978).

En España existen grandes masas de olivar que son monovarietales, es el caso de la provincia de Jaén con la variedad 'Picual', el del Sur de la provincia de Córdoba con la 'Hojiblanca', el del Bajo Aragón con 'Empeltre' y el de la provincia de Lérida con la variedad 'Arbequina', lo que contrasta con la información de otros países, fundamentalmente de Italia (Morettini, 1972), en donde casi siempre se aconseja el empleo de polinizadores cuando se realizan las plantaciones. Diversos investigadores han puesto de manifiesto que algunos cultivares de olivo se benefician con la polinización cruzada (Morettini, 1972; Griggs et al. 1975; Fernández Escobar y Gómez Valledor, 1985; Baratta et al., 1986; Baldini, 1992), aunque para una misma variedad se han observado diferencias de comportamiento en distintas zonas, así como en diferentes años (Cuevas, 1992). A pesar de esta variabilidad, Griggs et al. (1975) aconsejan en las condiciones de California el empleo de polinizadores.

Creemos que el escaso interés por el empleo de los polinizadores en España puede deberse al hecho de que muchas de las variedades españolas son consideradas **autocompatibles** (Riera, 1950; García-Ortiz et al. 1975), y porque siempre existe un cierto porcentaje de árboles de otras variedades intercalados aleatoriamente y de forma accidental, que probablemente pueden aportar la cantidad de polen suficiente como para asegurar una adecuada producción. Además, en muchos años en las regiones olivareras españolas la floración se produce con temperaturas no excesivamente altas y humedades relativas no muy bajas, lo que podría facilitar la autofecundación. Sin embargo, los mal diagnosticados fracasos

de cuajado que se producen en algunas campañas, pudieran estar relacionados con condiciones de estrés: temperaturas superiores a 30°C en floración, sequía durante el período brotación - floración (Rallo 1997) y alta producción el año anterior. Fernández Bolaños y Frías (1969) afirman que las variedades 'Picual', 'Hojiblanca', 'Cornicabra', 'Lechín', 'Empeltre' y 'Arbequina' son autofértiles. Fernández Escobar y Rallo (1981) no encontraron diferencias significativas en el cuajado de frutos de seis variedades andaluzas al aplicar polen de otra variedad. Sin embargo, Suárez et al. (1984) observaron en la variedad 'Manzanilla' incrementos en el cuajado de frutos gracias a la polinización cruzada, pero no en 'Arbequina'. De Almeida (1940), citado por Cuevas (1992), defiende igualmente la autocompatibilidad de las variedades Portuguesas.

Sin embargo, en otras zonas olivereras se ha considerado conveniente el empleo de polinizadores, es el caso de los cultivares italianos 'Moraiolo' y 'Leccino' (Baldini, 1992), que dan lugar a un alto índice de esterilidad en plantaciones monovarietales, sobre todo en años en los que la polinización se realiza con altas temperaturas, lo que puede corregirse al introducir otros cultivares para favorecer la polinización cruzada, empleando variedades intercompatibles entre sí, y siempre que sus fechas de floración en la zona sean coincidentes. Dentro de las variedades intercompatibles, algunas se caracterizan por una capacidad polinizadora superior a otras, por lo que para un cultivar autoincompatible los diferentes polinizadores pueden presentar una diferente eficacia fecundativa (Baldini, 1992). Según el mencionado autor, las variedades 'Pendolino' y 'Morchiaio' son buenos polinizadores de las variedades autoincompatibles 'Leccino' y 'Moraiolo', e incluso para 'Frantoio', que es considerada como autocompatible, su fecundación con polen de otras variedades ('Moraiolo', 'Pendolino' y 'Morchiaio') ha aumentado el porcentaje de cuajado de frutos con respecto al cuajado en autopolinización.

La polinización cruzada parece que podría ser imprescindible en las variedades que presentan anomalías en sus órganos reproductivos. Estas anomalías pueden ser esterilidad femenina (aborto ovárico) o masculina (ausencia de polen o incluso un mal poder germinativo del polen). Dentro del primer grupo destaca la variedad 'Gordal', con un 80 por 100 de aborto ovárico, o 'San Agostino', 'Uovo di Piccione', 'Grossa di Spagna' o 'Ascolana Tenera' (Magherini, 1971, citado por Loussert y Brousse, 1980). Ausencia de polen se ha observado en variedades como 'Palomar', 'Vera', 'Verdal', 'Chemlal', 'Lucques', 'Olivière' y 'Cesarola' (diversos autores citados por Tous, 1990), mientras que en las variedades españolas 'Gordal', 'Verdial de Huevar' y 'Empeltre' (Fernández Escobar et al., 1981) y en las tunecinas 'Chemlali' y 'Zarazi' (Radhia, 1971, citado por Loussert y Brousse, 1980), el polen tiene un bajo poder germinativo. Llama la atención como 'Picual', considerado como una de las variedades más productivas tiene un alto porcentaje de flora con aborto ovárico, especialmente en regadío (Manrique, 1997) y en años de gran intensidad de floración.

Según Griggs *et al.* (1975) con la polinización cruzada se consigue una mejora en la calidad de la cosecha, al disminuir el porcentaje de frutos partenocárpicos. En la variedad 'Gordal', Fernández-Escobar y Gómez Valledor (1985) observaron que la polinización cruzada redujo la producción de frutos partenocárpicos (zofaïrones), que como sabemos tienen un escaso valor comercial. En estas circunstancias, la presencia de polen de otras variedades podría garantizar la fecundación (Rallo, 1997).

En vista de la problemática presentada, es probable que en algún caso sea conveniente, e incluso indispensable, asociar dos o tres variedades interfértiles y de floración concordante, a la hora de diseñar una plantación, incluyendo como polinizadores un 10 por 100 de los árboles, aconsejando Sibbett *et al.* (1990) distancias máximas de 30 metros entre la variedad productora y el polinizador. Sin embargo, debemos tener también en cuenta que la cantidad total de cosecha de un árbol viene determinada por el producto: **número de frutos x tamaño medio del fruto**; y que, dentro de ciertos límites, frutos de mayor tamaño (que tienen un mayor rendimiento graso y por lo tanto un mayor valor) pueden compensar productivamente un menor número total de aceitunas cuajadas por olivo, lo cual es además interesante ya que afectaría en menor medida a la producción del año siguiente, esquilmando menos al árbol, lo que normalmente desencadena el fenómeno de la alternancia de producción.

Por el interés relativo que puede tener a la hora de elegir posibles polinizadores, en la Tabla 2.2. mostramos las fechas medias de plena floración en Córdoba, (media de 9 años), de diversas variedades del Campo Mundial de Germoplasma de Olivo (Barranco *et al.*, 1994). Como vemos en dicha Tabla, el período medio de plena floración de las diferentes variedades se extiende desde el 4 al 15 de mayo, siendo el período 7-9 mayo en el que florecen el mayor número de variedades. Debemos advertir que la fecha de plena floración es muy variable de unos años a otros, dependiendo fundamentalmente del régimen de temperaturas observadas en los dos meses inmediatamente anteriores a la floración (Rallo, 1997). Pueden observarse asimismo hasta 20 días de diferencia en la fecha de floración entre diferentes localidades, y en función también del régimen de temperaturas durante la primavera. Por ejemplo en la zona este de la provincia de Jaén los olivos florecen hasta 15 días después que en Córdoba.

**Tabla 2.2. Fechas medias de plena floración de variedades de olivo en Córdoba, media de nueve años de observaciones realizadas en el Campo Mundial de Germoplasma (Barranco et al., 1994).**

| Fechas de plena floración <sup>(1)</sup> |                  |                    |                   |                   |
|--|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 4 a 6 mayo                               | 7 a 9 mayo       | 9 a 11 mayo        | 11 a 13 mayo      | 13 a 15 mayo      |
| Lucques                                  | Chetoui          | Ascolana Tenera    | Carrasqueño Elvas | Pendolino         |
| Salonenque                               | Picholine        | Cipresino          | Verdial Badajoz   | Edremit Yaglik    |
| Morrut                                   | San Agostino     | Villalonga         | Hojiblanca        | Verdial de Huevar |
| Ocal                                     | Uovo di Piccione | Arbequina          | Picual            | Dolce Agogia      |
|  | Farga            | Lechín Sevilla     | Blanqueta         |                   |
|  | Frantoio         | Santa Caterina     | Leccino           |                   |
|  | Cornezuelo       | Sigoise            | Moraiolo          |                   |
|  | Meski            | Picholine Marocain | Negral            |                   |
|  | Empeltre         |                    | Verdial Velez M.  |                   |
|  | Alameño          |                    |                   |                   |
|  | Negrinha         |                    |                   |                   |
|  | Nevado azul      |                    |                   |                   |
|  | Oblonga          |                    |                   |                   |
|  | Uslu             |                    |                   |                   |
|  | Gordal Sevillana |                    |                   |                   |
|  | Morona           |                    |                   |                   |
|  | Pajarero         |                    |                   |                   |
|  | Sourani          |                    |                   |                   |
|  | Tanche           |                    |                   |                   |
|  | Chemlal Kabylie  |                    |                   |                   |
|  | Cakir            |                    |                   |                   |
|  | Manzanilla       |                    |                   |                   |
|  | Picudo           |                    |                   |                   |

<sup>(1)</sup> Plena floración: Momento en el que el 80 % de las flores están abiertas.

## 2.7. Época de maduración de las variedades

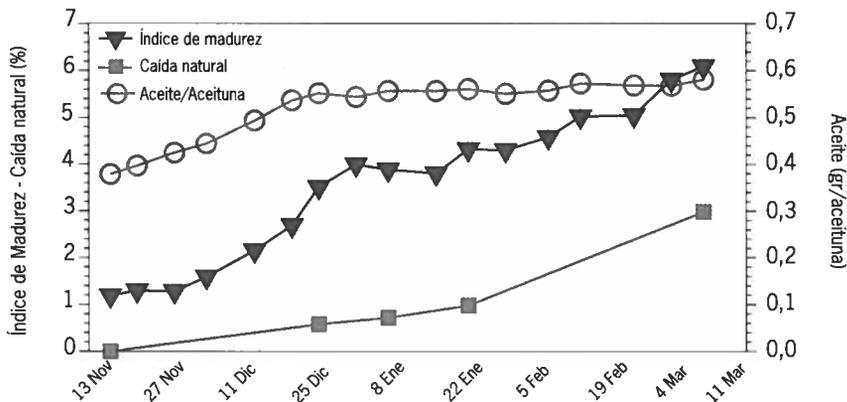
En el olivo la maduración se produce de un modo escalonado en las diferentes zonas del árbol. Se considera como período de maduración el tiempo transcurrido desde la aparición de manchas violáceas en la epidermis de la aceituna hasta que la coloración definitiva de la piel (negro) alcanza a la totalidad del fruto (*Humanes, 1992*). La duración de dicho período es variable de unos años a otros y entre localidades, dependiendo de las condiciones climáticas y de las características varietales. Sin embargo, factores tales como el nivel de carga de los árboles puede afectar a la maduración, retrasándola en años de gran cosecha, incluso a nivel de ramos, observándose como en los que tienen una gran carga se retrasa la maduración, al verse parcialmente inhibida la biosíntesis de antocianinas, por lo que la coloración de las aceitunas solo llega a alcanzar la tonalidad rojiza. En algunas variedades solo algunas células de su piel tienen capacidad de síntesis de antocianinas, por lo que la epidermis solo se colorea parcialmente, es el caso de la variedad 'Arbequina' (*Hermoso et al., 1997*), pudiéndose

observar que en determinados años, árboles que presentan una gran proporción de frutos verdes pueden ya haber formado todo el aceite (Solé, comunicación personal). Sin embargo, para muchas de nuestras variedades ('Picual', 'Hojiblanca', 'Lechín de Sevilla' y 'Manzanilla', por ejemplo) se puede considerar que todo el aceite está formado cuando prácticamente ya han desaparecido los frutos verdes del árbol, cuando se alcanza el índice de madurez 3,5 - 4 (Humanes, 1992).

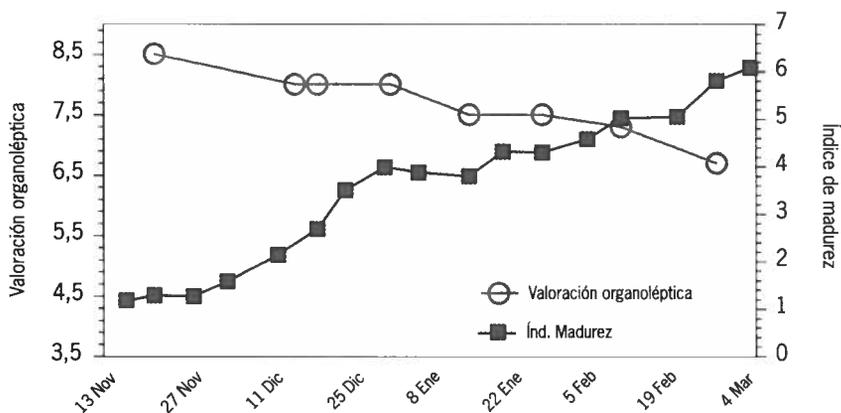
En la Figura 2.1., en la que presentamos para la variedad 'Hojiblanca' la evolución a lo largo del período de maduración del contenido de aceite del fruto, del índice de madurez y del porcentaje de frutos caídos al suelo de forma natural, vemos como el máximo contenido de aceite se ha alcanzado cuando los frutos presentaban el índice de madurez 3,5 ( final del enverado). Si la cosecha del árbol es escasa este momento se adelanta y si esta es abundante se retrasa, como en el caso que presentamos, en el que el máximo contenido de aceite se alcanzó el 25 de diciembre. A partir de este momento no aumenta la cantidad de aceite contenido en las aceitunas , aunque a final de campaña ( 4 marzo) los frutos llegaron a alcanzar el índice de madurez 6. En la mencionada figura presentamos igualmente la evolución del porcentaje de frutos caídos al suelo de forma natural, viéndose que la caída aumenta al avanzar la madurez de la aceituna, aunque en la variedad 'Hojiblanca' la caída natural es poco significativa, en comparación con las observada en otras variedades como 'Picual', 'Lechín' o 'Manzanilla'. En la Figura 2.2. presentamos la evolución de la valoración organoléptica del aceite (9 = máxima calidad, 0 = mínima calidad) obtenida en el panel test, así como la del índice de madurez. Vemos como a medida en que avanza la maduración se reduce la calidad del aceite, siendo los aceites recolectados a final de campaña los que tienen una puntuación más baja ( aceites mucho menos frutados, amargos o picantes). En la Figura 2.3. presentamos la evolución del índice de madurez y del  $K_{225}$ , índice este muy relacionado con el amargor del aceite, con su contenido en polifenoles y con su estabilidad (Salas et al., 1997). Observamos que a medida que avanza la maduración del fruto (mayor índice de madurez), disminuye el  $K_{225}$ , lo que debe interpretarse como una reducción del amargor del aceite, así como de su estabilidad.



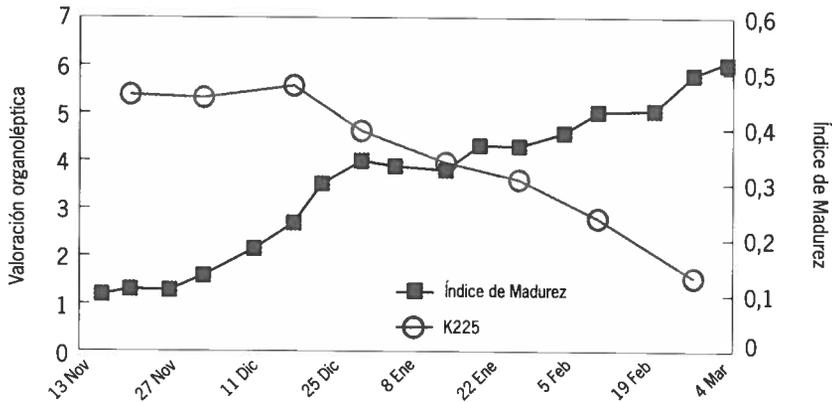
**Figura 2.1. Evolución del índice de madurez, del contenido de aceite en el fruto y de la caída natural de frutos al suelo, de aceitunas de la variedad 'Hojiblanca' durante el proceso de maduración. Finca Ohidor (Pedrera, Sevilla). Índice de madurez 0 a 7 (0: color verde; 7: color negro en la totalidad de la pulpa).**



**Figura 2.2. Evolución del índice de madurez y de la valoración organoléptica por el panel de aceites procedentes de frutos de la variedad 'Hojiblanca' durante la campaña 1992/1993 en la finca Ohidor (Pedrera, Sevilla). Índice de madurez 0 a 7 (0: color verde; 7: color negro en la totalidad de la pulpa). Valoración organoléptica 0 a 9 (0: mínima calidad; 9: máxima calidad).**



**Figura 2.3. Evolución en el tiempo del índice de madurez de la aceituna y de los valores de K225 del aceite en olivos de la variedad 'Hojiblanca' durante la campaña 1992/1993 en la finca Ohidor (Pedrera, Sevilla). Índice de madurez 0 a 7 (0: color verde; 7: color negro en la totalidad de la pulpa).**



Teniendo en cuenta los datos presentados, es clara la conveniencia de recolectar temprano las aceitunas (índice de madurez 3,5-4), momento en el que la caída natural es mínima, y los aceites tienen la mejor calidad. Además, adelantando la recolección tenemos mayores posibilidades de volver a obtener cosecha al año siguiente, habiéndose demostrado que en la medida en que se retrasa la recolección se reduce la producción de los olivos al año siguiente (*Pastor y Humanes, 1996*). La recolección debería estar siempre terminada cuando comienza la caída natural de frutos al suelo, frutos que además de entorpecer y encarecer la recolección, no permiten obtener la óptima calidad potencial del aceite.

Varietades como 'Arbequina', 'Picudo' y 'Frantoio', por ejemplo, presentan un patrón de maduración que no se ajusta al modelo anterior, siendo necesaria su recogida temprana en enero para poder obtener aceites frutados y estables, cuando ya está formado todo el aceite.

A la hora de diseñar una plantación de cierta extensión, y en especial si pretendemos obtener aceites de buena calidad, lo cual es importantísimo para obtener buenos precios en el mercado, así como utilizar la maquinaria un máximo de días al año, sería deseable plantar diferentes variedades de maduración escalonada, de forma que su recogida pueda realizarse en cada una de ellas en el estado óptimo de maduración. Este objetivo contrasta, sin embargo, con el hecho de que la gran mayoría de las plantaciones andaluzas sean monovarietales.

Como se ha visto anteriormente para la obtención de aceites de máxima calidad sería deseable adelantar, dentro de ciertos límites, la fecha de recolección, por esta razón hemos pensado que para el diseño de una plantación puede ser muy interesante conocer las fechas de enverado y desarrollo del color negro en la totalidad de la epidermis para las diferentes variedades, por lo que presentamos las Tablas 2.3. y 2.4. clasificándolas como muy tempranas, tempranas, medias, tardías y muy tardías, en función de la fecha en que se produce el desarrollo de color en su epidermis, presentando datos medios de cinco años, correspondiente a un estudio realizado en Córdoba sobre el Banco Mundial de Germoplasma de Olivo (Barranco et al., 1994).

**Tabla 2.3. Fechas medias de final del enverado (comienzo de la maduración) de variedades de olivo en Córdoba, media de cinco años de observaciones realizadas en el Campo Mundial de Germoplasma (Barranco et al., 1994).**

| Fechas de final del enverado <sup>(1)</sup> |                                 |                             |                                    |
|---|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Muy tempranas<br>(antes de 7 noviembre)     | Tempranas<br>(8 a 21 noviembre) | Media<br>(22 a 7 diciembre) | Tardía<br>(después de 8 diciembre) |
| Leccino (20 octubre)                        | Empeltre (8 noviembre)          | Hojiblanca (22 noviembre)   | Kalamata (8 diciembre)             |
| Galego                                      | Uovo di Piccione                | Alameño                     | Morona                             |
| Cipresino                                   | Gordal                          | Santa Caterina              | Chemlal de Kaylie                  |
| Negral                                      | Changlot Real                   | Picudo                      | Ouslati                            |
| Sourani                                     | Manzanilla Sevilla              | Ocal                        | Chetoui                            |
| Farga                                       | San Agostino                    | Verdial Velez Málaga        | Morrut                             |
| Sigoise                                     | Tanche                          | Ascolana Tenera             | Verdial de Huevar                  |
| Pendolino                                   | Oblonga                         | Coratina                    | (14 diciembre)                     |
| Edremit Yaglik                              | Lechín de Sevilla               | Cornicabra                  |                                    |
| Pajarero                                    | Picual                          | Azeitera                    |                                    |
| Dolce agogia                                | Nevado Azul                     | Sevillenca                  |                                    |
| Frantío (6 noviembre)                       | Negrinha                        | Cakir                       |                                    |
|   | Carrasquenha de Elvas           | Cobrancosa                  |                                    |
|   | Picholin Marocain               | Blanqueta                   |                                    |
|   | Verdial Badajoz (20 nov.)       | Picholine                   |                                    |
|   |                                 | Arbequina                   |                                    |
|   |                                 | Lechín Granada (7 dcbre)    |                                    |

<sup>(1)</sup> Enverado: estado fenológico de la aceituna en el que empiezan a aparecer por el ápice y en la epidermis manchas violáceas, que va extendiéndose a lo largo del tiempo hasta ocupar toda la epidermis del fruto.

**Tabla 2.4. Fechas medias de aparición del color negro en toda la epidermis de la aceituna en variedades de olivo en Córdoba media de cinco años de observaciones realizadas en el Campo Mundial de Germoplasma (Barranco et al., 1994).**

| Fechas de aparición del color negro en toda la epidermis |  |                                |                                       |   |
|--|--|--------------------------------|---------------------------------------|---|
| Muy tempranas<br>(antes de 21<br>noviembre)              | Tempranas<br>(21 novbre. a 7<br>diciembre) | Media<br>(8 a 21<br>diciembre) | Tardía<br>(22 diciembre<br>a 7 enero) | Muy tardía<br>(más tarde<br>de 8 enero) |
| Leccino  | Cipresino                                  | Pendolino                      | Frantoio                              | Sevillenca                              |
| Galego   | Negral                                     | Uovo di Piccione               | Manzanilla Sevilla                    | Cakir                                   |
|  | Sourani                                    | Changlot Real                  | Oblonga                               | Blanqueta                               |
|  | Farga                                      | San Agostino                   | Picual                                | Lechín de Granada                       |
|  | Sigoise                                    | Tanche                         | Negrinha                              | Chemlal de Kabylie                      |
|  | Edremit Yaglik                             | Lechín de Sevilla              | Picholine Marocain                    | Ouslati                                 |
|  | Pajarero                                   | Nevado azul                    | Ocal                                  | Chetoui                                 |
|  | Dolce Agogia                               | Carrasquenha de Elvas          | Ascolana Tenera                       | Morruda                                 |
|  | Empeltre                                   | Verdial de Badajoz             | Coratina                              | Verdial de Huevar                       |
|  | Gordal Sevilla                             | Hojiblanca                     | Cornicabra                            |   |
|  |  | Santa Caterina                 | Azeitera                              |   |
|  |  |                                | Cobrancosa                            |   |
|  |  |                                | Amigdalolia                           |   |
|  |  |                                | Picholine                             |   |
|  |  |                                | Arbequina                             |   |
|  |  |                                | Kalamata                              |   |
|  |  |                                | Morona                                |   |

A título de ejemplo vemos como el enverado (Tabla 2.3.) se alcanza cronológicamente en el siguiente orden para las principales variedades de cultivo en España: 'Farga' (2 noviembre), 'Pajarero', 'Empeltre', 'Manzanilla', 'Lechín de Sevilla', 'Picual', 'Verdial de Badajoz', 'Hojiblanca', 'Picudo', 'Cornicabra', 'Arbequina', 'Lechín Granada', 'Morona' y 'Verdial de Huevar' (14 diciembre). Para la aparición del color negro en toda la epidermis (Tabla 2.4.) el orden cronológico de maduración de las variedades es el siguiente: 'Farga' (27 noviembre), 'Pajarero', 'Empeltre', 'Lechín de Sevilla', 'Verdial de Badajoz', 'Hojiblanca', 'Manzanilla', 'Picual', 'Cornicabra', 'Arbequina', 'Morona', 'Lechín de Granada' y 'Verdial de Huevar' (8 enero).

## 2.8. Consideraciones finales sobre la elección de la variedad

Los autores del presente trabajo no queremos concluir este capítulo sin dar algunos consejos y opiniones personales, siempre discutibles, sobre la elección varietal, consejos basados en nuestra experiencia personal adquirida durante muchos años de observar las variedades en el campo, así como gran número de plantaciones. Las posibilidades son enormes, pero la utilización de una gama de variedades que permitan escalonar la recogida en el tiempo, nos parece fundamental, en especial en la mejora de la calidad de los aceites. En suelos y zonas sin factores limitantes, las variedades

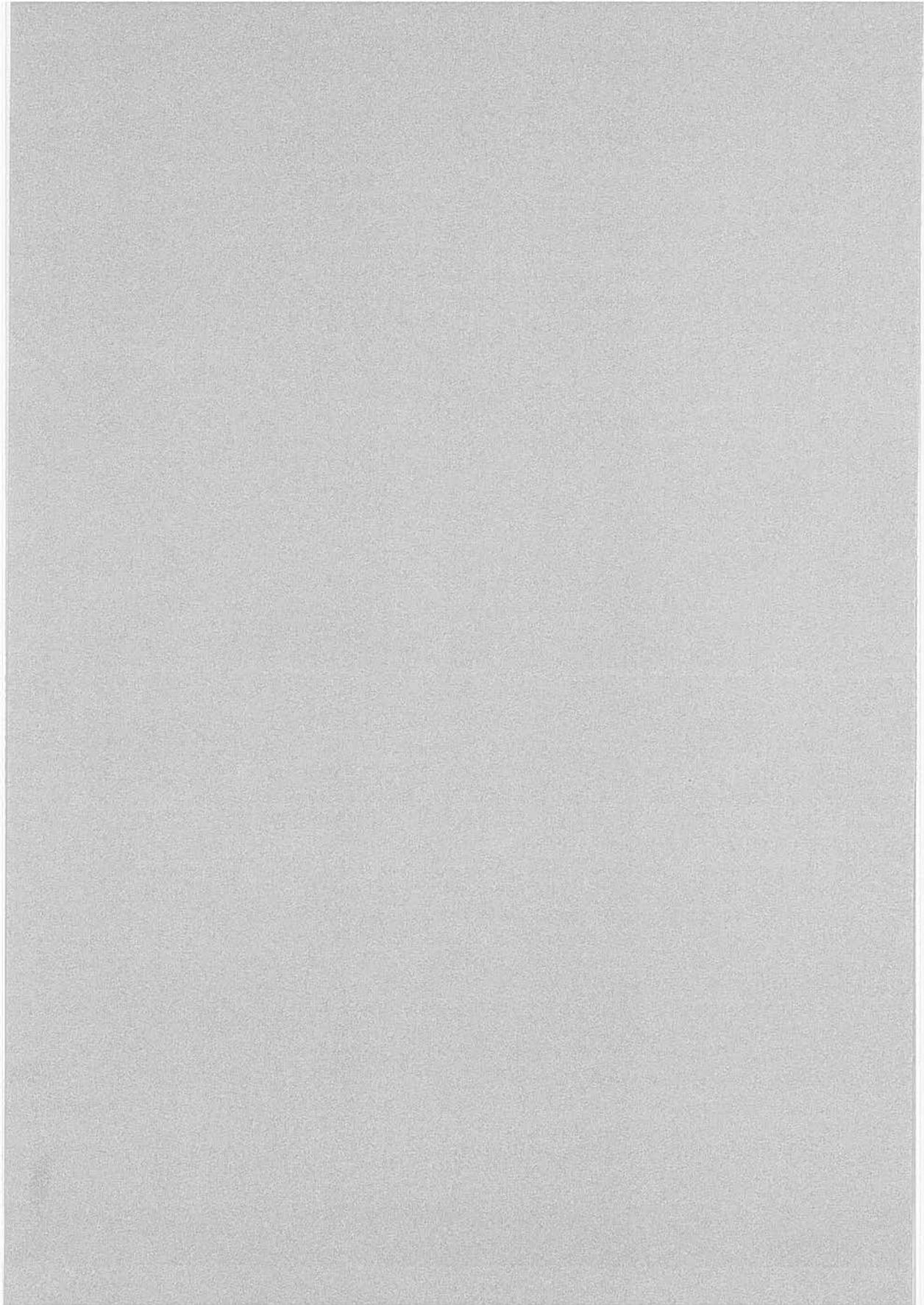
más recomendadas para producción de aceite en Andalucía pueden ser 'Picual', 'Arbequina' y 'Hojiblanca'(bastante tolerante a la sequía), productoras de aceites de magnífica calidad tanto nutricional como organoléptica pero de tipos muy diferentes. Pensando también en sus características organolépticas y en su tolerancia a verticilosis, repilo y vivillo, 'Frantoio', productor de excelentes aceites verdes, podría ser también considerada. Igualmente podría tener un gran interés la variedad 'Leccino', de maduración extraordinariamente temprana, cuya productividad y adaptación a la recolección con vibrador hace que sea una de las más utilizadas en la nueva olivicultura Italiana. Recientes trabajos realizados en Cataluña (*Tous*, comunicación personal) muestran producciones medias de 'Leccino' muy similares a los de 'Arbequina'. Por la calidad de su aceite, alto contenido en ácido oleico y por su gran capacidad productiva y rápida entrada en producción 'Koroneiky' puede ser una variedad de gran interés, aunque nos queda por conocer aún mas su adaptación a las condiciones de Andalucía, así como su adaptación a la recolección mecánica con vibrador.

Queremos también establecer una comparación entre las variedades 'Picual' y 'Arbequina', cuestión que es muy demandada por muchos olivareros en la actualidad. Ambas variedades son muy productivas, con escasas diferencias entre ambas, y análogos rendimientos grasos en el transcurso de una serie de años. Con respecto a 'Picual', la variedad 'Arbequina' presenta las siguientes ventajas: mayor tolerancia a *repilo* y a *verticilosis*; menor vigor; menor alternancia de producción; escasa caída natural de frutos al suelo en maduración; mucha mayor cotización de los aceites en los mercados, tanto nacionales como internacionales, siendo el tipo de aceite más apetecido por los no *habituales consumidores*. Sin embargo, también existen ciertas desventajas de 'Arbequina' con respecto a 'Picual': menor tolerancia a *Gloeosporium olivarium* (vivillo); menor tolerancia a suelos pesados y al encharcamiento; menor tolerancia a suelos muy calizos, planteando problemas de clorosis férrica en suelos blancos; peor eficacia en el derribo de sus frutos con el vibrador; frutos de pequeño tamaño; dificultades durante el proceso de extracción del aceite, en especial a principio de campaña cuando las aceitunas tienen un alto contenido en agua (lo que también le ocurre a otras variedades); sus aceites tienen un menor contenido en polifenoles y como consecuencia una menor estabilidad, lo que dificulta su conservación en botella.

En cuanto a plantaciones especializadas en la producción de aceitunas de mesa, no cabe duda que la variedad 'Manzanilla' es por su buena productividad y calidad de frutos la más aconsejable en plantaciones para aderezo al estilo sevillano. Su buen rendimiento graso y buena calidad de aceite le confiere una interesante **dobles aptitud**. La variedad 'Gordal', de la que cada vez existe una menor superficie, puede ser una alternativa valiosa, y aunque es mucho menos productiva que 'Manzanilla', su mayor precio podría compensar la menor producción. La 'Hojiblanca', especialmente para aderezos en negro y estilo californiano, debe ser incluida en plantaciones para producción de aceituna de mesa. Esta variedad ofrece también muchas ventajas como son la tolerancia a sequía, escasa caída natural tras su maduración, excelente aptitud al derribo mecánico con vibrador, presentando sus frutos verdes una mucho mayor tolerancia al *molestado* durante la recogida mecánica que 'Manzanilla' y 'Gordal'.



### **3. TÉCNICAS DE PLANTACIÓN**





### 3. TÉCNICAS DE PLANTACIÓN

#### 3.1. Preparación del terreno

Para el olivar, como para cualquier otro cultivo perenne, la preparación del terreno antes de la plantación es muy importante, aunque su importancia es en muchos casos menor que la que se ha dado en los clásicos tratados de Olivicultura, ya que hoy en día las **técnicas de laboreo reducido** están científicamente admitidas, habiéndose comprobado la buena adaptación del olivo a estas técnicas (*Pastor, 1991*), por lo que la realización de determinado tipo de labores especiales debe ser estudiado con detenimiento antes de ser recomendadas.

##### 3.1.1. Decisiones a adoptar

Antes de realizar una plantación de olivar es conveniente hacer un estudio previo del terreno, abriendo un número suficiente de calicatas, al menos hasta 1,5 metros de profundidad, con el fin de observar:

- a) homogeneidad de los perfiles del suelo,
- b) profundidad máxima de raíces vivas,
- c) existencia de capas del suelo que puedan dificultar el desarrollo del sistema radical del olivo (compactación, mal drenaje, etc.).

Una vez hechas las anteriores observaciones podemos hacer las recomendaciones siguientes:

1. Si el suelo es homogéneo y profundo, sin impedimentos para el correcto desarrollo de las raíces, podría hacerse la plantación sin un tratamiento específico de laboreo. Los hoyos de plantación pueden ser de tamaño suficiente como para la plantación del olivar. En muchas ocasiones, hoyos excesivamente grandes favorecen el encharcamiento y muerte de las plantas. En suelos en pendiente con marcada tendencia a la **erosión** sería recomendable la realización de determinadas obras de defensa y de conducción controlada de la escorrentía, así como el empleo de una **cubierta vegetal** que nos permita defender y estabilizar el terreno, no realizando determinado tipo de labores preparatorias, que solo servirían en muchos casos para poner el terreno en condiciones de ser erosionado con más facilidad.
2. Si existe alguna capa de suelo que impida el desarrollo de las raíces, se plantean dos alternativas:
  - a) Si esta capa es dura, pétreo y continua (caso de horizontes petrocálcicos cementados de relativamente escaso espesor), el **subsulado** no solo es recomendable sino necesario, realizando esta labor a una profundidad tal que se asegure la total rotura de dicha capa. Posteriormente será necesario el **despedregado**.



▲ Fotografía 3.1. En suelos muy pedregosos y con afloraciones rocosas es preferible recurrir a sistemas sin laboreo, aprendiendo a convivir con las piedras, que también ofrecen sus ventajas al olivarero. Olivar de 4 años en la Comarca del Condado (Jaén) plantado sin realizar labores preparatorias, lo que obviamente sería imposible en este caso.

- b) Si se trata de una capa arcillosa o bien de una **suela de labor**, lo que es frecuente en muchos suelos arcillosos, es recomendable el **desfonde con verdedera**, a una profundidad tal que rompa la continuidad y cambie de posición dicha capa apelmazada, alterándola y favoreciendo su meteorización una vez puesta en la superficie, quedando expuesta a los agentes meteorológicos (lluvia, hielos, etc.) y posteriores labores preparatorias, lo que puede favorecer la desaparición de determinados problemas.

### 3.1.2. Subsolado

El subsolador realiza una labor vertical de profundidad variable, en función de las dimensiones del apero utilizado, y de la potencia del tractor, sin modificar la posición del terreno así labrado, lo que permite conseguir los siguientes efectos (Martín Gallego, 1975):

- a) Romper las capas de suelo afectadas por la labor.
- b) Eliminar obstáculos existentes en el terreno, capas poco permeables, piedras o horizontes impermeables, tocones, raíces de anteriores cultivos, etc.
- c) Favorecer el desarrollo radicular, y mejorar la permeabilidad al agua y al aire.
- d) Aumentar la capacidad de retención de agua.
- e) Cuando se emplea un subsolador topo se mejora el drenaje de la parcela, en especial si esta labor se realiza con el suelo en tempero.

Según *Martínez Raya* (citado por *Martín Gallego, 1975*), la eficacia y duración de los efectos del subsolado dependen de la naturaleza del suelo:

- En suelos con costra caliza más o menos continua, el subsolado es efectivo y la labor es claramente duradera.
- En suelos profundos y uniformes la eficacia del subsolado desaparece rápidamente.
- La eficacia del subsolado es mayor cuando se realiza sobre terreno seco.

### 3.1.3. Desfonde

Se entiende por desfonde la labor profunda realizada antes de la plantación, utilizando vertederas de grandes dimensiones. Esta labor, que invierte parcialmente la posición de las capas de suelo, presenta las ventajas siguientes:

- Remueve todo el terreno afectado por la labor.
- Altera la posición de las capas, enriqueciendo los niveles más profundos en nutrientes y materia orgánica.
- Favorece el crecimiento de las raíces como consecuencia de las acciones anteriores.
- Sus efectos son bastante duraderos.

### 3.1.4. Despedregado

Algunos suelos tienen un importante volumen de piedras gruesas en su superficie o son sacadas a la superficie por las labores preparatorias, de modo que pueden dificultar las prácticas normales de cultivo en el olivar. Sin embargo, conviene recordar que las piedras de pequeñas dimensiones pueden ser beneficiosas, ya que contribuyen a mejorar la infiltración, reducen las pérdidas de agua por evaporación (**mulching o cubierta natural**) y defienden el suelo de la erosión, por lo que bien manejadas pueden contribuir a un buen desarrollo del cultivo. Si por cualquier motivo se decidiese a retirar estas piedras pequeñas, la solución sería el empleo de cierto tipo de apero que las entierra dejando la superficie del suelo libre de ellas, abaratando esta operación. En la actualidad, la posibilidad de empleo de sistemas sin laboreo mediante aplicación de herbicidas, tanto en su versión suelo desnudo como con cubierta vegetal, permite aprovecharnos de muchos de las ventajas que las piedras nos ofrecen.

Quando el despedregado es necesario, existe en el mercado maquinaria y aperos que permiten abaratar esta operación, facilitando operaciones como la recogida, carga, arrastrado y transporte a vertedero de las piedras. Si es posible, es preferible realizar en el suelo grandes agujeros en la propia finca donde enterrar las piedras, en lugar de amontonarlos, lo que siempre acabará creando problemas a largo plazo: malas hierbas, albergue de roedores, etc. Las piedras de pequeñas dimensiones pueden ser alineadas mediante un apero especial en el centro de las calles, formando cordones de altura reducida, que no estorben el paso de los tractores, lo cual puede favorecer, además, la recogida de agua de escorrentía, si las calles y cordones de piedra se disponen perpendicularmente a la máxima pendiente.

Si las piedras son de escasa dureza, caso de la **tosca caliza** procedente de la rotura de horizontes petrocálcicos, la solución puede ser la trituración mediante machacadoras de martillos, pero ello puede aportar importantes cantidades de caliza activa al ser la piedra finamente triturada, que en ocasiones puede afectar al cultivo negativamente (clorosis férrica).

Debemos decir, finalmente, que si hemos realizado una fuerte inversión en despedregado de la superficie del olivar, sería conveniente la adopción de técnicas de **no-laboreo** para no volver a sacar piedras a la superficie cada vez que realizamos una labor.

### 3.1.5. Eliminación de malas hierbas

La eliminación de malezas y malas hierbas es un problema a tener en cuenta en determinados casos, aunque no es un problema grave en la mayoría de los olivares. Un caso concreto es la grama (***Cynodon dactylon***) que puede afectar a muchos de nuestros jóvenes olivares, siendo un grave problema en la región de Sfax (Tunicia), donde se desarrollaron aperos especiales para combatir esta mala hierba. La grama y otras gramíneas perennes como la cañota (***Sorghum halepense***) o el lastón (***Piptatherum unilicium***) son especialmente nocivas para los olivos jóvenes cuando se infestan los hoyos de plantación, estableciéndose no solamente problemas de competencia por agua, luz y nutrientes, sino debido a problemas alelopáticos como consecuencia de las excreciones radiculares de estas malas hierbas, lo que afecta muy negativamente al crecimiento de los olivos.

En la actualidad la eliminación de la grama y la cañota mediante labores no deja de ser más que un anacronismo, ya que tras la aparición en el mercado del herbicida **glifosato**, y aún más con los asequibles precios actuales, el problema puede considerarse resuelto. El momento óptimo de realizar el tratamiento con **glifosato** es cuando la grama se encuentre en activo crecimiento, y sin estrés hídrico, al inicio de su floración, cuando hay todavía agua en el suelo, lo que permite una máxima capacidad de traslocación del herbicida. La dosis de materia activa recomendada debe oscilar dentro del rango 2,16 a 2,88 Kg/ha, utilizando un bajo volumen de agua, recomendándose igualmente aplicaciones a ultrabajo volumen, aplicando menos de 20 l/ha de caldo. Cuando se utilicen mayores volúmenes de agua, es eficaz la adición de sulfato amónico (3-4 por 100) al caldo del tratamiento. No se debe aplicar este herbicida con volúmenes de agua superiores a 100 l/ha ya que se reduciría la eficacia herbicida. Otro herbicida eficaz contra grama es el **sulfosato**, recomendándose idénticas técnicas de aplicación. Este tratamiento suele ser igualmente muy eficaz contra la gran mayoría de especies perennes herbáceas.

El pepinillo del diablo o cohombriño (***Ecballium elaterium***) es otra mala hierba perenne que afecta a muchas de las nuevas plantaciones de olivar, en especial en las campiñas más fértiles, siendo posiblemente la especie más difícil de controlar en la

actualidad, debido a su potente sistema radicular que le permite rebrotar después de haber destruido su parte aérea. Solamente las aplicaciones del herbicida **fluroxipir** a dosis 0,3 Kg/ha permiten un adecuado control de plantas establecidas. El control de las nuevas invasiones parece fundamental.

Un grupo de malas hierbas que suele crear problemas en determinados olivares, o en terrenos desmontados para realizar la plantación, son las especies perennes leñosas (***Quercus spp*** (marañas), ***Crataegus monogina*** (espino), ***Rubus fruticosus*** (zarza), ***Pistacia spp*** (lentiscos y cornicabras), ***Rubia peregrina*** (lapa), ***Asparagus spp*** (esparraqueras); etc.). Su tratamiento herbicida es relativamente sencillo, realizando aplicaciones localizadas, con pulverizador de mochila, empleando una mezcla de **M.C.P.A. (sal potásica 40%) + aceite herbicida** a dosis de 5% producto comercial de cada uno de los mencionados componentes, mojando muy bien y realizando la aplicación desde el final de la primavera, momento en el que se consigue la máxima eficacia. La mezcla comercial **glifosato+ MCPA** es igualmente eficaz, mejorando su actividad herbicida la adición de un aceite mineral.

### 3.1.6. Drenaje

El olivo es una especie que tolera muy mal el encharcamiento, en especial algunas variedades ('Arbequina' por ejemplo), no siendo aconsejable plantar en suelos con problemas de drenaje. Si a pesar de esta observación decidiéramos plantar el olivar, habría que tomar algunas precauciones como son drenar el terreno, y realizar la plantación sobre **bancos** o **caballones** de tierra, de adecuada altura sobre la superficie del terreno, situando los árboles sobre dichos caballones, de modo que se facilite la evacuación del agua del suelo y la aireación del terreno. La realización de surcos de desagüe en el centro de las calles que viertan en un colector de adecuada capacidad es igualmente aconsejable.

Aunque ya hemos dicho que plantar olivos en zonas encharcadizas no es muy aconsejable, la variedad 'Lechin' se ha mostrado tradicionalmente como bastante tolerante al encharcamiento y de hecho es la variedad utilizada en los dilúviales encharcadizos de las provincias de Córdoba y Sevilla. La problemática muerte de olivos en suelos que se encharcan parece unida muchas veces a la presencia de hongos de suelo como ***Phytophthora spp.*** que muestra su patogenicidad en condiciones de exceso de humedad, mientras que en condiciones normales de drenaje no parece causar demasiados problemas.

En cuanto a los trabajos de drenaje del terreno, cabe distinguir dos casos. Terrenos llanos que reciben aguas de escorrentía de un terreno en pendiente situado por encima de ellos; y terrenos que se encharcan debido a que no disponen de un drenaje natural adecuado. Es el caso de los suelos **dilúviales**, que tienen a relativamente escasa profundidad un horizonte muy arcilloso (**argílico**) que dificulta la evacuación del agua, o el caso de suelos llanos con horizonte petrocálcico, o el de los suelos arcillosos con suelas de labor.

En el primero de los casos, además de diseñar una red de drenaje es necesario construir un canal de cintura de suficiente profundidad, bordeando la zona afectada, que impida la entrada de agua desde las tierras exteriores. En el segundo caso dotar a la parcela de una red de drenajes es imprescindible antes de implantar el olivar.

Son útiles, en muchos casos, labores anuales en suelo relativamente húmedo con un **subsolador topo**, apero equipado con una bola metálica que a su paso deja una galería, que no hace más que establecer en el terreno una red de drenaje natural. Un pase con un apero de tres brazos por el centro de la calle suele ser suficiente para un ancho entre líneas de olivos de 7-8 metros.

Una red de drenaje debe estar compuesta de drenes o cauces de avenamiento y colectores cuya misión es recoger las aguas y evacuarlas fuera de la parcela, donde no puedan dañar al olivar. Aunque el diseño de una red de drenaje debe ser realizada por un especialista, si el problema no es muy grave basta con construir zanjas de 1,5 m de profundidad con una pendiente suficiente (mayor del 2 por 1.000), dejadas abiertas constituyendo **gavias** o bien colocando en su interior tubos porosos de hormigón prefabricado, o materiales que simplemente favorezcan la salida de agua, como son grava y piedra gruesas, ladrillos, etc. Un dren cada 30-40 m suele ser suficiente. Particularmente nos inclinamos, por razones de eficacia y economía, por la realización de las **gavias** abiertas.

### 3.1.7. Abonado de fondo

En los tratados clásicos de olivicultura se han realizado siempre recomendaciones sobre aportaciones de fertilizantes **PK** en el momento de la plantación (*Pansiot y Rebour, 1961; Martín Gallego, 1975; Loussert y Brousse, 1980*). Sin embargo, pensamos que es necesario conocer previamente no solamente el contenido del suelo en nutrientes (en los diferentes horizontes del perfil), sino también información básica como pH, contenido en carbonatos, caliza activa, tipo de arcillas, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, textura, capacidad de campo, punto de marchitamiento, conductividad eléctrica del extracto de saturación, así como el tipo y concentración de sales. Esta información será muy útil para el diseño y manejo futuro de la plantación, y fundamentalmente para realizar el plan de fertilización.

En suelos no deficitarios en nutrientes no creemos que sea muy necesario realizar aportaciones masivas de abonos **PK** en el momento de la plantación, ya que podría ser un gasto poco rentable en muchos de los suelos andaluces. En el caso de suelos deficitarios y en los que no sea previsible un rápido bloqueo de los nutrientes aportados, habría que aprovechar las labores preparatorias para hacer una adecuada aportación de fertilizantes a toda la superficie. Sin embargo, esta decisión, que supone una importante inversión de dinero, debe ser tomada por un especialista, una vez conocidos los datos del estudio de suelos. *Martín Gallego (1975)* sin base experimental recomendó las siguientes aportaciones mínimas por hectárea de 150 a 200 Kg/ha de  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , así como 20 a 30 t/ha de estiércol bien hecho o su equivalente en otros abonos orgánicos.

Loussert y Brousse (1980) aconsejan aportar entre 250 y 300 Kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y entre 350 y 450 unidades de K<sub>2</sub>O por hectárea, para suelos bien provistos en estos elementos, aumentando estas dosis de abonado cuando se trate de terrenos más pobres.

Particularmente pensamos que los criterios anteriores son poco válidos y que la decisión o no de realizar el abonado de fondo, así como su dosificación en el caso en que este fuera necesario, debe hacerse por un técnico cualificado y en base a la información proporcionada por el análisis completo de suelo.

La Tabla 3.1. muestra, en función del tipo de suelo, los valores críticos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O cuyo conocimiento es imprescindible para recomendar o no la realización de un abonado de fondo. El tipo de arcillas, así como el contenido en caliza son igualmente determinantes en la toma de decisión.

**Tabla 3.1. Niveles en suelos de los elementos principales según el método utilizado para su determinación.**

|   |                   | Muy Bajo   | Bajo        | Normal      | Alto        | Muy Alto     |
|---|-------------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Materia orgánica %                      |                   | 0 - 0,9    | 1 - 1,9     | 2 - 2,5     | 2,6 - 3,5   | Mayor de 3,6 |
| CO <sub>3</sub> Ca total %              |                   | 0 - 5      | 5 - 10      | 10 - 20     | 20 - 40     | Mayor de 40  |
| Calcio (cmol *Kg-1)                     |                   | 0 - 3,5    | 3,5 - 10    | 10 - 14     | 14 - 20     | Mayor de 20  |
| Magnesio (cmol *Kg-1)                   |                   | 0 - 0,6    | 0,7 - 1,5   | 1,6 - 2,5   | 2,6 - 4     | Mayor de 4   |
| Sodio (cmol *Kg-1)                      |                   | 0 - 0,3    | 0,31 - 0,6  | 0,61 - 1    | 1,01 - 1,5  | Mayor de 1,5 |
| Potasio (cmol *Kg-1)                    |                   | 0 - 0,25   | 0,26 - 0,5  | 0,51 - 0,75 | 0,76 - 1,0  | Mayor de 1   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g) |                   | Menor de 5 | 5 - 10      | 15 - 20     | 25 - 30     | Mayor de 30  |
| Potasio asimilable (mg/100g)            | Secano arenoso    | 0 - 6      | 6,1 - 12    | 12,1 - 17,5 | 17,6 - 30   | 30,1 - 47    |
|   | Secano franco     | 0 - 7,8    | 8,0 - 16    | 16,1 - 23   | 23,1 - 40   | 40,1 - 62,5  |
|   | Secano arcilloso  | 0 - 10     | 10,1 - 20   | 20,1 - 30   | 30,1 - 47,5 | 47,6 - 78    |
|   | Regadío arenoso   | 0 - 7,5    | 7,6 - 15    | 15,1 - 23,5 | 23,6 - 39   | 39,1 - 62,5  |
|   | Regadío franco    | 0 - 10     | 10,1 - 20   | 20,1 - 30   | 30,1 - 48   | 48,1 - 78    |
|   | Regadío arcilloso | 0 - 12     | 12,1 - 23,5 | 23,6 - 35   | 35,1 - 58   | 58,1 - 94    |

Suele ser, igualmente, muy utilizada la práctica del abonado de fondo en el hoyo de plantación, complementaria a la anterior. Sin embargo, conviene hacer algunas consideraciones sobre esta práctica, ya que al crear en la reducida superficie del hoyo un suelo superabonado, aunque puede en ocasiones ayudar al enraizamiento, puede plantear también algunos graves problemas, incluida la muerte de plantas cuando ello no se hace bien.

Personalmente pensamos que las aportaciones masivas de fertilizantes minerales en el hoyo son poco eficaces en los suelos normales, prefiriendo una fertilización orgánica con estiércol o humus, y aportaciones generosas de **agua y N** durante el período de crianza de la plantación, cuya rentabilidad suele ser mucho mayor.

### 3.1.8. Últimas labores preparatorias

La preparación del terreno para la plantación finaliza, o comienza en muchos casos, con el alisado del mismo, para facilitar el replanteo o marcado de los puntos en los que serán ubicados los olivos. Un laboreo superficial cruzado, que alise el terreno, dejará el suelo libre de malas hierbas y refinado. Se emplearán aperos tales como el cultivador o el vibrocultivador, procurando evitar el empleo de la grada de discos.

### 3.1.9. Limitaciones debidas a determinadas propiedades químicas del suelo y su corrección

En el estudio previo de suelos pueden detectarse factores limitantes para el correcto desarrollo del cultivo, tales como exceso de sales (dificulta la absorción de agua, además de los posibles efectos tóxicos para la planta) o el pH inadecuado del terreno. La Universidad de California (*Freeman et al., 1994*) nos dan los únicos datos sobre los niveles umbral, disponibles en la actualidad para el cultivo del olivo. Según estos autores una conductividad eléctrica del extracto saturado superior a 4 dS/m puede ocasionar daños ligeros al cultivo (reducción de la producción de un 10%); 5 dS/m pueden ocasionar un 25% de pérdida de producción; mientras que cuando se alcanzan 8 dS/m los daños pueden ser severos, afectando a la producción en un 50%. *Mateos (1996)* sitúa el umbral para las variedades tolerantes a la salinidad en una CE de 6 dS/m. El umbral de sodio intercambiable (PSI), que mide los problemas de permeabilidad del suelo y toxicidad para el cultivo, lo sitúan dichos autores en 20-40%, mientras que los límites de toxicidad por **boro** se sitúan en 2 ppm (en extracto de saturación) y en 10-15 meq/l en extracto saturación para los **cloruros**.

Aunque el olivo es más tolerante a la salinidad que la mayoría de los frutales, si se superan los límites establecidos debe procederse a su corrección. Si la salinidad del suelo se debe al riego, porque se han empleado aguas de mala calidad, o el manejo del agua es incorrecto, debe procederse a la búsqueda de otro tipo de agua o bien a su manejo correcto utilizando una fracción de lavado (*Mateos, 1996*). Cuando el problema de salinidad es inherente al propio suelo, la recuperación de este requiere el desplazamiento del exceso de sales fuera de la zona explorada por las raíces mediante lavado con agua de buena calidad, que puede ser la propia lluvia, cuando la pluviometría es abundante y se dispone además de una adecuada red de drenaje para permitir la salida del agua y de las sales.

Además del lavado, la corrección de la salinidad por **sodio** se ve muy favorecida en muchos suelos por la aportación de calcio (yeso), aportación que debe ser controlada por un técnico, que mediante los oportunos análisis de suelo determinará la cantidad adecuada de enmienda caliza necesaria para desplazar el sodio del suelo, que posteriormente será eliminado de la zona de desarrollo radicular mediante lavado. A título orientativo, *Fuentes Yagüe (1994)* recomienda 1,91 t/ha de yeso (corrector puro) por cada meq de sodio cambiante por 100 gramos de suelo. Esta es la cantidad de peso que se necesita para corregir una profundidad de suelo de 15 cm.



Sin embargo, debemos decir que la recuperación de este tipo de suelos es larga y costosa, por lo que a ser posible debe de evitarse este tipo de suelos para la plantación de olivar.

Para el caso del **boro** y los **cloruros**, la recuperación del suelo se consigue mediante lavado, aunque su recuperación es igualmente lenta, requiriendo gran cantidad de agua y un buen drenaje.

El olivo se adapta a suelos con pH comprendido entre 5,5 y 8,4, observándose un óptimo desarrollo para el rango 6,5 a 7,5 (Freeman et al., 1994). En terrenos excesivamente **ácidos**, considerados como tales los que tienen un pH inferior a 6, es posible el correcto desarrollo del olivo siempre que se corrijan algunas propiedades indeseables, propias de este tipo de suelos, en los que es frecuente una elevada actividad química del aluminio y de sus hidróxidos, y del manganeso, así como una carencia de bases en el complejo de cambio. Encalados que reduzcan la actividad del **Al** y **Mn** a niveles tolerables para el olivo se consiguen con elevaciones del pH hasta un máximo de 6,3. En suelos con bajos contenidos de magnesio asimilable, se recomienda aplicar una enmienda cálcico-magnésica (dolomía), y de acuerdo con los niveles de **potasio**, también muy bajos en este tipo de suelos, será a veces recomendable acompañar a las enmiendas un abonado potásico. La práctica del encalado debe ser siempre programada por un técnico especialista, que realizará en laboratorio la neutralización del suelo, y en base a ello recomendará la dosis más adecuada. A título orientativo, Fuentes Yagüe (1994) recomienda en función del tipo de suelo, las siguientes dosis (Kg/ha) de caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), para elevar el pH de una capa de suelo de 15 cm de espesor desde 5,5 hasta 6,5:

| Tipo de suelo | $\text{CaCO}_3$ (Kg/ha) |
|---------------|-------------------------|
| Suelto        | 2,250                   |
| Medio         | 3,000                   |
| Limoso        | 3,750                   |
| Arcilloso     | 4,250                   |

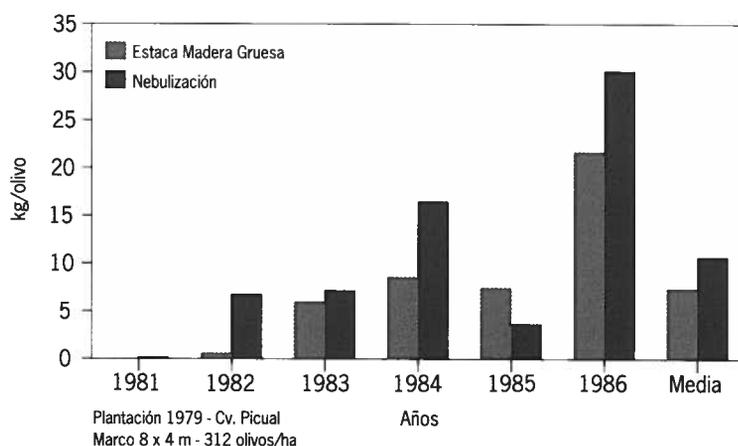
Como correctores pueden emplearse también diferentes productos puros, además del  $\text{CaCO}_3$ . Para poder utilizar la tabla anterior, si no se utilizara el carbonato cálcico, para calcular la cantidad de corrector a aportar, habría que emplear un factor de corrección: óxido cálcico (x 1,79), hidróxido cálcico (x 1,36) y carbonato cálcico magnésico (x 1,09). Como es natural, el producto corrector debe aplicarse lo más finamente pulverizado aumentando de esta forma la superficie específica y por tanto su efectividad y enterrado mediante una labor que mezcle el suelo con la enmienda caliza, evitando enterrarla junto con cualquier fertilizante orgánico. El efecto del encalado no es eterno, por lo que el pH del suelo debe vigilarse cada cierto tiempo, recurriendo de nuevo al encalado cuando se observe un nuevo descenso del pH del suelo.

## 3.2. Plantación

### 3.2.1. Material vegetal de plantación

Son diferentes los sistemas de multiplicación que pueden ser empleados en el olivar: estacas de madera gruesa, zuecas, injerto sobre plantas procedentes de semilla, estaquillas semileñosas autoenraizadas bajo niebla, etc. En el estado actual de conocimientos el empleo de plantas procedentes del autoenraizamiento de estaquillas semileñosas parece lo más aconsejable. En la Figura 3.1. mostramos los datos obtenidos en un ensayo realizado en la provincia de Córdoba durante varios años en el que para una misma variedad se emplearon diferentes materiales de plantación. Los datos presentados muestran como las plantas multiplicadas en vivero y bajo nebulización, a partir de **estaquillas semileñosas** adelantaron su entrada en producción en un año con respecto a las plantas obtenidas por el sistema de multiplicación tradicional en la región, estacas de madera gruesa enraizada en vivero, observándose igualmente una mayor producción acumulada durante las seis primeras cosechas, con un 45% de aumento de cosecha con respecto al sistema clásico. El mayor crecimiento vegetativo de las plantas obtenidas a partir de estaquillas semileñosas marcó las diferencias de producción observadas, compensando con creces las diferencias en precio que hay que pagar por este tipo de planta. Creemos que además este tipo de material vegetal ofrece grandes ventajas sobre las plantas enraizadas a partir de estacas gruesas: mayor vigor, mayor precocidad de entrada en producción, mejor estado sanitario, posibilidades de hacer una prepoda de formación en el vivero, lo que facilita enormemente la posterior poda de formación de los árboles en el campo.

**Figura 3.1. Los olivos multiplicados a partir de estaquillas semileñosas autoenraizadas (nebulización) entraron más rápidamente en producción y tuvieron mayores cosechas en los primeros años que los árboles procedentes del enraizamiento de estacas de madera gruesa, forma tradicional de multiplicación en Andalucía. Los datos corresponden a un ensayo realizado en la finca 'Las Morras' en Montalbán (Córdoba).**





▲ Fotografía 3.2. Tipo de planta que debe emplearse en las nuevas plantaciones de olivar. Formación con un único tronco en vivero, de 1,5 años de edad y con una altura próxima a un metro.

Decididos por este sistema de multiplicación, creemos que la forma de crianza en vivero tiene gran importancia a la hora de plantar. Se utilizarán plantas criadas en contenedores de material plástico de pequeña capacidad, de 1 a 1,5 años de edad, vigorosos (más de 70 cm de alto), sanitariamente en buenas condiciones, y formados con un solo tronco. En la actualidad muchos viveros abogan por el empleo de plantas muy jóvenes, de escaso desarrollo. Pensamos que el empleo de un material más adulto y maduro, y con mayor desarrollo, es lo más aconsejable, especialmente si la planta se va a utilizar en secoano o en épocas o zonas con clima frío, lo que evitará riesgos innecesarios al olivarero.

Las plantas de gran desarrollo y criadas en vivero en maceta tienen la ventaja de facilitar el trasplante con **cepellón**, lo que facilita un rápido crecimiento durante el primer año, al no producirse alteraciones en la relación **hoja-raíz** durante dicho trasplante, ya

que el sistema radical permanece intacto, lo que reduce también el número de **marras** de plantación. En la actualidad, la modalidad de trasplante a raíz desnuda y el empleo de estacas de madera gruesa sin enraizar, no es ya una práctica habitual en olivar. Es muy importante exigir al viverista la autenticidad varietal de los árboles que vamos a plantar.

### 3.2.2. Época de plantación

El período de plantación del olivo se sitúa tradicionalmente durante la época de reposo vegetativo invernal, es decir desde primeros de noviembre hasta marzo, aunque cuando se utilizan plantas criadas en **maceta**, el trasplante es posible en cualquier época del año, siempre que se asegure una correcta humedad en el suelo mediante los riegos posteriores a la plantación.

En las regiones en las que el frío invernal no es elevado, es interesante realizar la plantación en otoño, ya que de esta forma el sistema radical del olivo tendrá tiempo de desarrollarse antes de que finalice el invierno, lo que permitirá un mayor crecimiento de las plantas en primavera, así como una mayor resistencia a las altas temperaturas de primavera y verano. Por el contrario, en zonas de inviernos fríos, es preferible efectuar la plantación en febrero-marzo, una vez que hayan pasado los fríos invernales, evitando riesgos innecesarios debido a las heladas invernales.

### 3.2.3. Distribución de los árboles en el terreno

En la gran mayoría de los casos la disposición de los olivos sobre el terreno se hace conforme a una disposición geométrica. Se trata de conseguir los siguientes objetivos:

- homogéneo aprovechamiento del suelo por los árboles
- mejorar el aprovechamiento del espacio y aumentar la cantidad de radiación solar interceptada
- facilitar la mecanización de las operaciones de cultivo.

Una distribución irregular de los olivos en el terreno puede estar muy justificada en el caso de una distribución en **curvas de nivel**, en los terrenos en pendiente en los que puede haber importantes problemas de pérdida de suelo por erosión, siendo muy recomendable este tipo de plantaciones, de cuya eficacia queda constancia después de las plantaciones realizadas en los años 60 en la provincia de Jaén asesorados por el Servicio de Conservación de Suelos.

Sin embargo, incluso en suelos en pendiente, las disposiciones más usuales en el marcado de las plantaciones son: en cuadrado (**marco real**), en rectángulo y en triángulo equilátero (**tresbolillo**).

En el Capítulo 4 vamos a hacer una discusión muy detallada y en base a los datos experimentales disponibles, sobre cuales deben ser las densidades de plantación que deben emplearse en la moderna olivicultura, tanto en olivares de regadío como en seca-

no, por lo que aquí solamente vamos a hacer una serie de recomendaciones para el diseño de una plantación intensiva.

En este tipo de plantación el **factor iluminación** tiene una gran importancia, por lo que la calle debe tener una anchura mínima de modo que se eviten sombreamientos continuados con los árboles de calles adyacentes, por la pérdida de productividad y calidad en los frutos que ello podría suponer. La anchura de calles dependerá de la latitud del lugar en el que se localice la plantación. En las zonas más meridionales los rayos de sol inciden más verticalmente que en las regiones más septentrionales, por lo que para una determinada altura prevista de la copa de los olivos, el ancho de las calles puede reducirse algo en las zonas más meridionales, o en las laderas bien iluminadas, sin que esto impida una buena iluminación. En función de la altura de los árboles la calle debería tener un ancho próximo al doble de dicha altura, lo que supondría en los olivares clásicos mediterráneos mantener calles de unos 8 metros, bastante compatibles con la utilización de la maquinaria de recolección. Densidades comprendidas entre 200-300 árboles/ha parecen las recomendables.

Con las anteriores indicaciones, en la mayoría de los casos desembocamos en **marcos rectangulares de plantación** con calles de 7-8 metros y separación entre árboles variable con la densidad elegida. Queda solamente por determinar la orientación correcta que debemos dar a la calle ancha. En su determinación podría influir la pendiente del terreno y la necesidad de optimizar al uso de la luz, que como se dijo es uno de los principales factores limitantes de la producción.

En terrenos en pendiente, las calles deben disponerse de modo que las labores y el tránsito de la maquinaria se haga en dirección de la mínima pendiente, perpendicularmente a la máxima inclinación. De este modo podrán reducirse las pérdidas de suelo por erosión, factor que siempre deberemos tener muy en cuenta a la hora de diseñar la plantación.

Desde el punto de vista de la interceptación de radiación, en las condiciones de Andalucía, recientes estudios (*Mariscal, 1998*) han puesto de manifiesto que la orientación de las calles no parece tener una gran importancia en la cantidad total de radiación interceptada por el olivar, y por tanto en la producción futura de la plantación, por lo que se debe dar prioridad absoluta a los aspectos de conservación del suelo, a la hora de fijar la orientación de las calles.

En el caso de zonas con **vientos dominantes**, las filas deben disponerse perpendicularmente al viento, de modo que las primeras filas protejan al resto de la plantación, pero siempre que se asegure una buena iluminación en la plantación.

En zonas relativamente llanas y sin problemas de vientos dominantes y cuando no se emplean densidades de plantación excesivamente altas y teniendo en cuenta los altos niveles de radiación que reciben los olivos durante la estación de crecimiento, las filas pueden orientarse de forma que coincidan con la longitud máxima de la parcela, al objeto de optimizar el empleo de la maquinaria y de este modo disminuir los tiempos muertos. En plantaciones de cierta superficie, deben diseñarse unos pasillos amplios o **zonas de servicio** para facilitar el tránsito y la realización de determinadas operaciones de cultivo.

### 3.2.4. Apertura de los hoyos de plantación

Una vez replanteado el terreno, se ha de proceder a la apertura de hoyos en los puntos señalados con cañas, estacas, cal u otra señal. Si el terreno ha sido preparado adecuadamente, los hoyos se harán del tamaño suficiente como para albergar el sistema radical de la planta y nunca excesivamente grandes, lo que supondría un gasto inútil con más inconvenientes que ventajas. Los hoyos se abrirán mecánicamente, empleando los medios que el terreno permita. En suelo poco pedregoso puede emplearse una **barrena helicoidal** accionada por la toma de fuerza del tractor. En cambio, en suelos pedregosos no es posible la utilización de la barrena, por lo que debe emplearse una **máquina retroexcavadora** equipada con una pala de pequeñas dimensiones.

Cualquiera que sea el medio empleado para la realización de los hoyos, es importante hacer la apertura de los mismos cuando el suelo esté seco, y en especial cuando se utilice la ahoyadora helicoidal en suelos arcillosos, lo que evitará que la superficie interior del hoyo quede **vidriada** y apelmazada formando una suela de labor vertical difícil de perforar por las raíces del olivo, lo que puede retrasar el crecimiento de las plantas en el caso de suelos arcillosos, así como ocasionar en años lluviosos encharcamiento y problemas de asfixia radicular al limitarse el drenaje natural del hoyo en el que suele acumularse una importante cantidad de agua de lluvia. Es bueno que los hoyos sean abiertos en verano, retrasando unos meses la plantación, de modo que los agentes atmosféricos (lluvias y heladas) contribuyan a alterar las paredes del agujero, aumentando así la permeabilidad al paso de las raíces. En el momento de plantación es bueno raspar las paredes del hoyo con la azada. No se justifica un hoyo de grandes dimensiones, y menos cuando de una plantación de riego se trata.

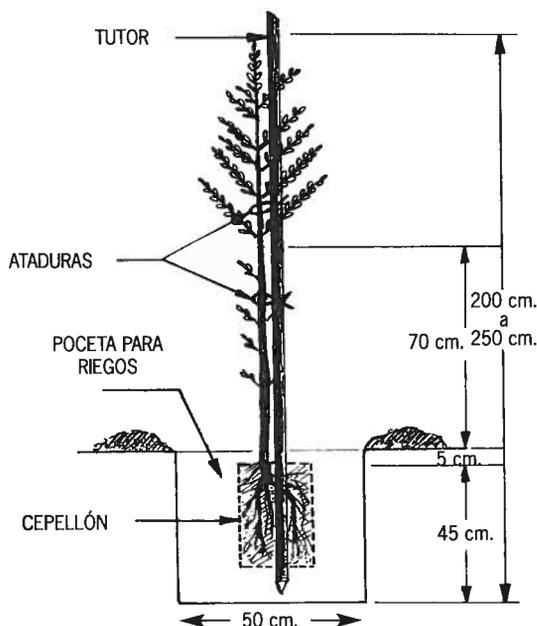
Con el tipo de plantas de vivero utilizadas en la actualidad, son suficientes hoyos de reducidas dimensiones, 40-50 cm de profundidad y 40-50 cm de diámetro, ya que abaratan notablemente la posterior realización material de la plantación. Si el terreno de plantación ha sido previamente preparado (subsulado o desfondado), incluso la plantación con azada, haciendo manualmente pequeños hoyos, es admisible.

### 3.2.5. Plantación

La colocación de las plantas en el hoyo de plantación debe hacerse situando el cepellón en el centro de hoyo respetando el marcado realizado, y de modo que la superficie del cepellón no quede enterrado más de 5 cm de superficie del terreno (ver Figura 3.2.). No debemos enterrar la planta excesivamente, pues además de ser innecesario, causaríamos un perjuicio al olivo y perderíamos probablemente la formación realizada por el viverista, siendo necesario volver a efectuar podas para situar la cruz a la altura deseada. En el fondo del hoyo se colocará tierra superficial mezclada con las enmiendas minerales (si se decide utilizarlas) y las orgánicas. Encima de esta capa se pondrá

otra capa de suelo de unos 10 cm, sobre la que se colocará el cepellón del plantón, una vez retirado el contenedor de material plástico, completándose con tierra el espacio comprendido entre dicho cepellón y la pared del hoyo. Si el olivar se va a cultivar en secano, antes de finalizar la plantación, se fabricará una poceta de tierra con capacidad para unos 100 litros, necesaria para recibir los riegos que recibirá el olivo en verano durante los primeros años de vida. En el caso de plantaciones con riego por goteo, la realización de esta poza es totalmente innecesaria.

**Figura 3.2. Sistema de plantación en terreno de asiento de los plantones formados con un único tronco en vivero. Obsérvese la forma de colocación de los tutores.**



Una vez colocada la planta en el terreno, es conveniente realizar un riego, que aporte unos 100 litros de agua por hoyo, cuya misión es apelmazar el terreno y poner en íntimo contacto el suelo con el sistema radical del olivo. Es importante no pisar el suelo para apelmazarlo, ya que puede causar accidentes que pueden dañar irreparablemente el sistema radical del olivo, causando su muerte. Podría ser también aconsejable colocar en el exterior del hoyo, cubriendo la poza, una espesa capa de **paja de cereal** u otro tipo de material inerte, que reducirá de evaporación del agua de riego aportada y disminuirá la emergencia de malas hierbas.

En el momento de realizar la plantación se colocará, igualmente en el hoyo, un **tutor** metálico o mejor aún de madera tratada, cuya misión es mantener en posición vertical constantemente el tallo del joven olivo, lo que facilitará su correcta formación con un único tronco y con un mínimo número de intervenciones de poda. Inmediatamente después de la plan-

tación se procederá a realizar la operación de **atado** de la planta al **tutor**, empleando cintas elásticas o *macarrones* de material plástico degradable que periódicamente serán sustituidas para evitar el estrangulamiento de los troncos o ramas a medida que estas van engrosando. Existen máquinas de mano que realizan correctamente la operación de atado.

En el caso en que existiesen conejos que pudieran roer los troncos de los jóvenes olivos, es necesario colocar unos protectores de cartón plastificado, red de plástico o tubo PE perforado en los troncos, lo que además evitará el crecimiento de brotes adventicios.

### 3.2.6. Cuidados posteriores a la plantación

Una vez realizada la plantación, si queremos un máximo crecimiento y una rápida entrada en producción, es necesario que proporcionemos a los jóvenes olivos unos esmerados cuidados culturales. De todos estos cuidados, el **agua, nitrógeno** y las **escasas intervenciones de poda**, son los que a nuestro parecer tienen mayor importancia.

En el olivar de secano, al menos durante los 2 primeros años, se realizarán varios riegos de socorro en la **poza de plantación**, a lo largo del período primavera-verano. Es preferible aplicar riegos abundantes (más de 80 l/olivo y riego), realizando 4-5 riegos anuales, según las disponibilidades de agua y tiempo. En los olivares regados por goteo, una aportación media durante los meses de verano de 7 y 14 litros/olivo y día, suele ser suficiente durante el primero y segundo año después de la plantación respectivamente, realizando las aportaciones una o dos veces a la semana. Como es natural, a mayor aportación de agua, dentro de ciertos límites, durante los primeros años, mayor es la velocidad de crecimiento.

Una vez que los olivos han arraigado, comenzarán las aportaciones de **nitrógeno**, aprovechando los momentos de riego, e incluso mezclado con la propia agua. Las cantidades de **N** a aportar serán del orden de 75 a 100 g/olivo y año de edad, hasta alcanzarse el período adulto de la plantación.

Las intervenciones de poda serán de escasa intensidad, no desequilibrando la relación hoja - raíz, pero a pesar de que la poda puede reducir en cierta medida el crecimiento de los árboles, la supervivencia final del cultivo está basada en la mecanización, por lo que la obtención de árboles mecanizables debe tener absoluta prioridad, dentro de una cierta compatibilidad con un rápido crecimiento. En el correspondiente capítulo de poda vamos a tratar ampliamente el tema de la poda de formación.

Se controlará el desarrollo de las malas hierbas, ya que en los primeros años pueden competir por el agua, luz y nutrientes con los olivos frenando su desarrollo, además de los efectos **alelopáticos** de determinadas especies, como la grama (***Cynodon dactylon***) y cañota (***Shorghum halepense***), que como ya hemos dicho retrasan nota-

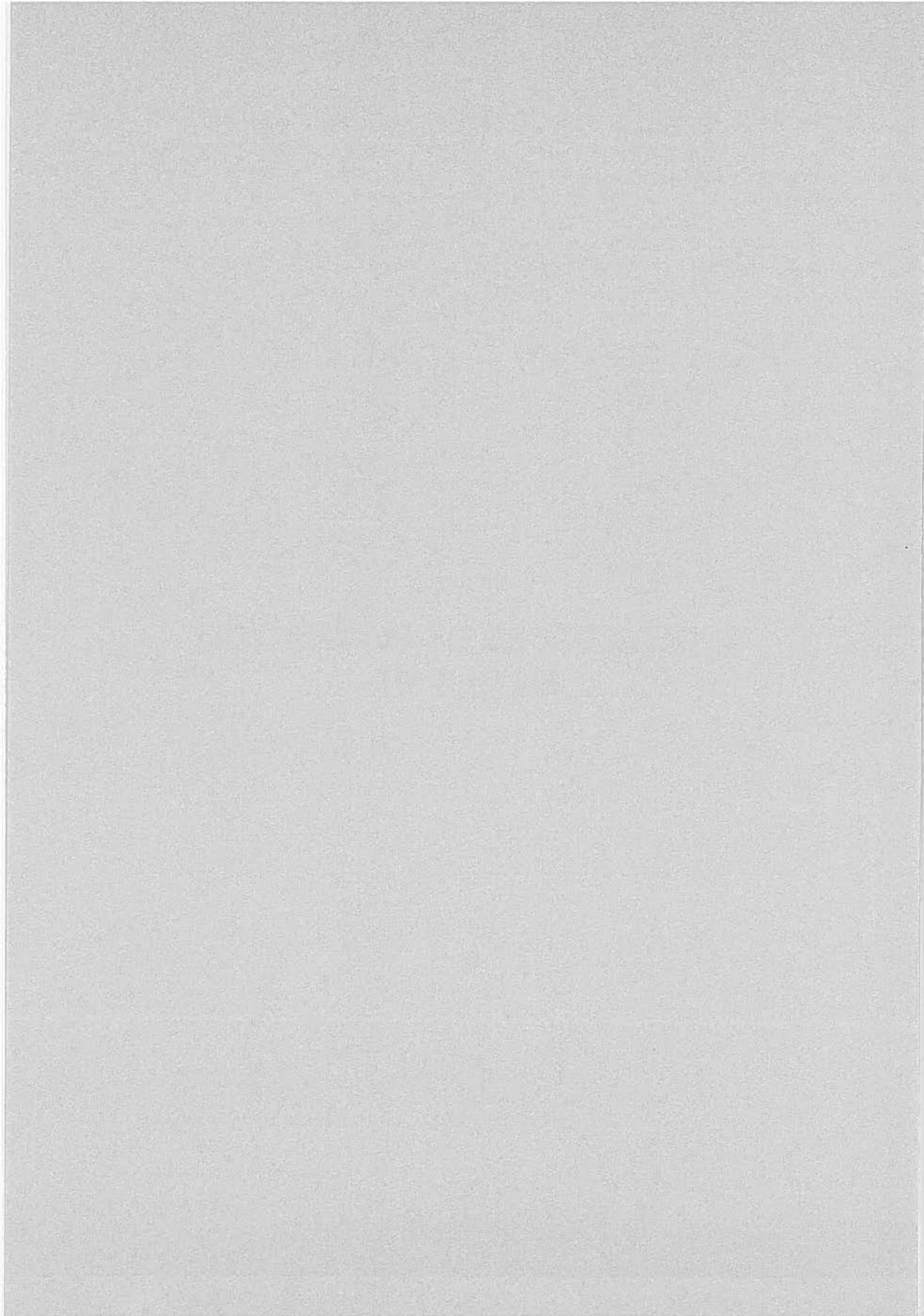


blemente el crecimiento del olivar, incluso en los cultivados en regadío. En la actualidad existe una amplia gama de herbicidas que permiten controlar la vegetación desde el momento de la plantación sin riesgo para los árboles (**oxifluorfen, diflufenican, glifosato, tiazopir**, entre otros). El empleo de los clásicos herbicidas residuales (**sima-zina, diuron**) no es recomendable en los primeros tres años.

Se controlará el estado sanitario de la plantación, estableciéndose un riguroso plan preventivo de tratamiento contra las plagas más importantes en la zona, prestando especial atención a **Prays oleae, Margaronia unionalis y acariosis** (eríofidos), que son las que pueden causar más problemas a los olivos durante su crianza, dificultando la correcta formación, y reduciendo el crecimiento de las plantas. La utilización de insecticidas de amplio espectro como **carbaril** (entre otros) y **endosulfán**, que tiene un buen poder acaricida, es de gran interés. Aprovechando estos tratamientos, pueden añadirse estimulantes del crecimiento (aminoácidos y ácidos húmicos, por ejemplo), alguno de los cuales se ha mostrado eficaz en esta etapa de crecimiento activo de los olivos.



## **4. DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN OLIVAR**



## 4. DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN OLIVAR

### 4.1. Consideraciones sobre las densidades de plantación

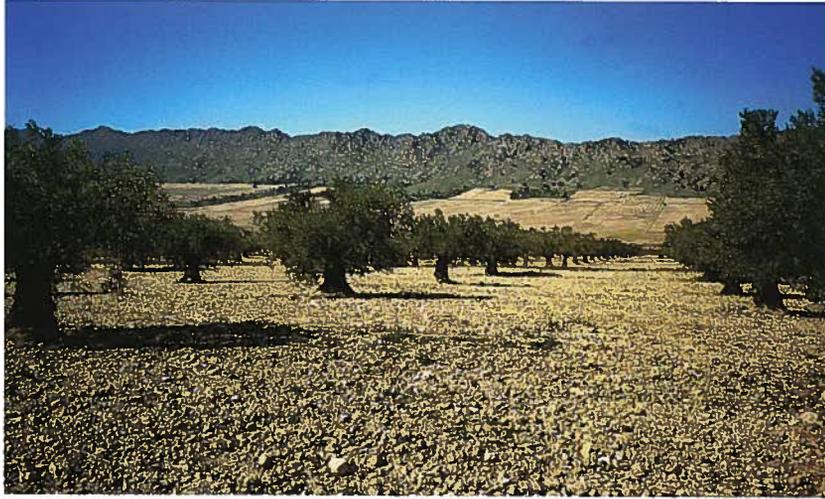
La producción en las plantas cultivadas se realiza a través de la disponibilidad de asimilados y de la acumulación de estos en los órganos de interés comercial, en nuestro caso las aceitunas. La producción de asimilados depende del potencial genético de la planta (especie y variedad), así como del conjunto **clima** (disponibilidad de agua, la temperatura y la luz), **suelo** (capacidad de almacenar el agua de lluvia y disponibilidad de nutrientes) y de las **técnicas culturales** (riego, sistemas de cultivo, protección fitosanitaria, etc.).

La luz es la fuente de energía para la fotosíntesis o el estímulo para determinados procesos de morfogénesis, entre ellos la floración. Por tanto, las plantas como individuo y la plantación como conjunto deben proporcionar la máxima superficie foliar bien iluminada, lo que permitirá interceptar la máxima cantidad de energía radiante, por lo que además de disponer de una adecuada densidad, tras la realización de la plantación es necesario conseguir un rápido desarrollo de los árboles.

Una buena iluminación de las hojas permite una tasa de fotosíntesis elevada, lo que va unido a un importante consumo de agua, impuesto que las plantas superiores deben pagar para la síntesis de los asimilados, y en definitiva para la producción. Por esta razón, una limitación en la disponibilidad de agua en el suelo, limitará asimismo la superficie foliar que podremos mantener en nuestra plantación, y por tanto la productividad potencial del olivar.

Para árboles sin limitaciones de agua en el suelo, la respuesta de la fotosíntesis es función de la intensidad de luz que reciben las hojas, e incluso los frutos. Normalmente la cantidad de radiación interceptada por las hojas está determinada por la posición que éstas ocupan en la copa del árbol, observándose diferentes grados de iluminación no sólo en diferentes zonas de la copa, sino en hojas situadas en un mismo ramo, por lo que en determinadas zonas de la copa se dan condiciones de escasa iluminación, y como consecuencia una baja tasa de asimilación, lo que limita la capacidad de llenado y crecimiento final de los frutos, con efectos negativos, igualmente, sobre la diferenciación de órganos florales, observándose una reducida intensidad de floración en las zonas del árbol mal iluminadas. Estos mismos efectos pueden ser también causados por la proximidad de los árboles en la propia plantación, en especial cuando se emplea una alta densidad.

La densidad media de plantación del olivar español es algo inferior a 100 olivos por hectárea, existiendo una importante superficie olivarera cuya densidad no alcanza los 50 árboles por hectárea, siendo ésta una de las posibles causas de la limitada producción de muchas de nuestras plantaciones.



▲ Fotografía 4.1. Para conseguir obtener el máximo potencial productivo es necesario conseguir una máxima ocupación del terreno por la copa de los olivos, ocupación de acuerdo con la capacidad productiva del medio (calidad del suelo, pluviometría etc.). Arriba un olivar con 50 árboles/ha que apenas consigue una cobertura del terreno del 15%. Abajo un olivar con 156 olivos /ha en el que la cobertura es próxima al 30%. El segundo olivar tiene un potencial productivo mucho mayor.

Si tomamos como ejemplo un olivar con muy buen desarrollo ( $10.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) plantado con una densidad de 70 árboles por hectárea, podemos estimar mediante unos sencillos cálculos geométricos que solo alcanzaría a cubrir el 27% del suelo. En estas condiciones, una gran proporción de la energía solar sería interceptada por el suelo desnudo, y no por la copa del olivo, utilizándose en calentar el suelo y en evaporar agua, convirtiéndose

el proceso de evaporación en un competidor por el agua con el olivo, limitando las disponibilidades para la síntesis de asimilados, y en definitiva para la producción de frutos. Por ello una limitación de la cantidad de radiación interceptada por la copa de los árboles limita también la producción de la propia plantación. Para idéntico volumen de copa por hectárea, un olivar plantado con 200 olivos/ha cubriría un 35% de la superficie del suelo, lo que permitiría mayor producción que la plantación con 70 olivos/ha, debido a una mayor eficiencia en el empleo de la radiación y de los demás factores de producción.

Ya en los años 60 *Morettini (1967)* y *Scaramuzzi (1967)* plantearon la necesidad de emplear en la nueva olivicultura mayores densidades de plantación que las empleadas en la olivicultura tradicional. Sin embargo, muchos olivareros y técnico, siguiendo el típico movimiento pendular, trataron de emplear excesivas densidades de plantación, y tras el desconcierto inicial, diversos trabajos mostraron el escaso interés por superar la densidad de 400 olivos por hectárea (*Psyllakis et al. (1981)* en Grecia; *Villemur* (citado por *Tombesi, 1988*) en Francia; *Klein (1993)* en Israel).

Para las condiciones de regadío no deficitario de California (USA), *Sibbett y Osgood (1994)* opinan que a la hora de decidir el marco de plantación a utilizar se tenga en cuenta el vigor de la variedad, así como el tipo de suelo en el que se va a plantar, recomendando para suelos fértiles distancias de unos 12 metros entre olivos para variedades vigorosas como 'Gordal', 'Mission' y 'Ascolano'; mientras que en suelos menos fértiles y variedades menos vigorosas, como 'Manzanilla', marcos más estrechos, del orden de 9 metros entre plantas. Dichos autores afirman que cuando los árboles crecen en exceso y se emplean densidades altas de plantación, el excesivo tamaño de los olivos puede obligar al arranque de árboles para permitir una mejor iluminación dentro de la plantación, ya que el sombreado podría limitar las producciones. En California existen excelentes plantaciones de la variedad 'Manzanilla' en regadío con producciones de 15 t/ha a partir del 8<sup>o</sup>-10<sup>o</sup> año con marcos de 11x9 metros (*Rallo, 1997*).

Esta información contrasta con lo que se propugna en la actualidad en algunas zonas españolas en las que se realizan algunas plantaciones en regadío con más de 2.000 olivos por hectárea, *vendiendo* esta idea junto con la posibilidad de utilizar una máquina vendimiadora para cosechar las aceitunas en continuo, trabajo que realizan a la perfección cuando los árboles están poco desarrollados. Sin embargo, no existe información de las posibilidades que a medio y largo plazo pueden ofrecer, o de las dificultades que pueden plantear este tipo de plantaciones, por lo que desde estas líneas reclamamos prudencia a los olivareros, ya que pensamos que este sistema productivo puede ser difícilmente sostenible, ya que no se dispone en la actualidad de variedades y patrones que permitan controlar el desarrollo del árbol, por lo que la poda es el único instrumento en nuestras manos para controlar el vigor. Podas muy severas, para frenar el desarrollo de las plantas, son totalmente contrarias a la productividad de las plantaciones de olivar.

De las observaciones realizadas en olivares de Andalucía hemos extraído algunas deducciones que deben ser conocidas para poder reflexionar un poco sobre las densidades de plantación a utilizar.

- a) Para un determinado **medio productivo**, existe un **volumen óptimo de copa** por hectárea que es relativamente constante e independiente del marco de plantación (Tabla 4.1.).

**Tabla 4.1. Volúmenes de copa medidos en algunos olivares plantados a distinta densidad en el mismo medio, en la fase adulta de la plantación.**

| Zona                       | Cultivo | Marco de Plantación (m) | Densidad (olivos/ha) | Volumen de copa       |                    |
|----------------------------|---------|-------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|
|                            |         |                         |                      | m <sup>3</sup> /olivo | m <sup>3</sup> /ha |
| Jaén (Jaén)                | Riego   | 12,5x12,5               | 64                   | 238                   | 15.232             |
|                            |         | 10x10                   | 100                  | 154                   | 15.400             |
|                            |         | 11T <sup>(1)</sup>      | 95                   | 155                   | 14.725             |
| Porcuna (Jaén)             | Secano  | 16T                     | 45                   | 197                   | 8.865              |
|                            |         | 12T                     | 80                   | 116                   | 9.280              |
| Rambla/Santaella (Córdoba) | Secano  | 12,5T                   | 74                   | 142                   | 10.508             |
|                            |         | 8x8                     | 156                  | 67                    | 10.452             |
|                            |         | 8x4                     | 312                  | 32                    | 9.984              |
| Lucena (Córdoba)           |         | 14x14                   | 51                   | 165                   | 8.415              |
|                            |         | 6x6                     | 278                  | 32                    | 8.896              |
| Cabra (Córdoba)            |         | 14x14                   | 51                   | 176                   | 8.976              |
|                            |         | 11T                     | 95                   | 88                    | 8.360              |
| Cañete Torres (Córdoba)    |         | 12T                     | 80                   | 121                   | 9.680              |
|                            |         | 5x5                     | 400                  | 23                    | 9.200              |
| Fernán Nuñez (Córdoba)     |         | 12x12                   | 68                   | 121                   | 8.228              |
|                            |         | 5x5                     | 400                  | 21                    | 8.400              |

<sup>(1)</sup> T = marco en triángulo equilátero (tresbolillo).

- b) En las condiciones de Andalucía y dependiendo de la pluviometría media, nos podemos encontrar con plantaciones adultas de olivar cuyos volúmenes de copa en secano están comprendidos entre 6.000 y 10.000 m<sup>3</sup>/ha, mientras que en regadío pueden encontrarse volúmenes entre 10.000 y 14.000 m<sup>3</sup>/ha o incluso superiores cuando se riega sin limitaciones de agua, dependiendo ello de la calidad del medio.
- c) Para volúmenes iguales al mencionado **volumen óptimo**, las producciones suelen ser abundantes, regulares, y con una buena calidad de frutos. Un exceso de volumen de copa no mejora la producción, deteriorándose la calidad del fruto.
- d) El número de años que tarda una plantación en alcanzar el **volumen óptimo** depende de la densidad de plantación utilizada, siendo mínimo en olivares de alta densidad, retrasándose en el tiempo el momento en que se alcanza la máxima



productividad potencial en el caso de plantaciones de marco tradicional, a pesar de que el oliverero se vale de estrategias tales como formar los árboles con varios troncos o podar poco intensamente, procurando de esta forma ocupar el máximo espacio posible en un mínimo tiempo.

- e) La producción de un olivar está relacionada con la cantidad de radiación solar interceptada y en definitiva con la **superficie externa de fructificación bien iluminada**, aumentando dicha superficie, dentro de ciertos límites, en la medida en que aumentemos la densidad de plantación, lo que nos permite interceptar una máxima cantidad de radiación solar.

Mediante elementales cálculos geométricos es posible mostrar (*Pastor, 1983*) que por el hecho de emplear 240 olivos/ha formados con un solo tronco, en lugar de 80 olivos/ha de 3 troncos, situación habitual en nuestra olivicultura, podrían esperarse aumentos medios de producción posiblemente superiores al 50 por 100 para un medio productivo que permita mantener en secano un volumen de copa de 10.000 m<sup>3</sup>/ha, deducción geométrica que mostramos en la (Tabla 4.2.). La plantación con marco amplio, a pesar de proporcionar árboles muy voluminosos, proporciona una reducida superficie externa de fructificación iluminada por hectárea, lo que permite obtener una menor producción de fruto que una plantación intensiva, en la que árboles de pequeño volumen de copa proporcionan una gran superficie externa iluminada por hectárea, tal como puede observarse en el ejemplo de la finca Manero en Arjona (Jaén), cuyos datos de producción para un quinquenio presentamos en la Figura 4.1.

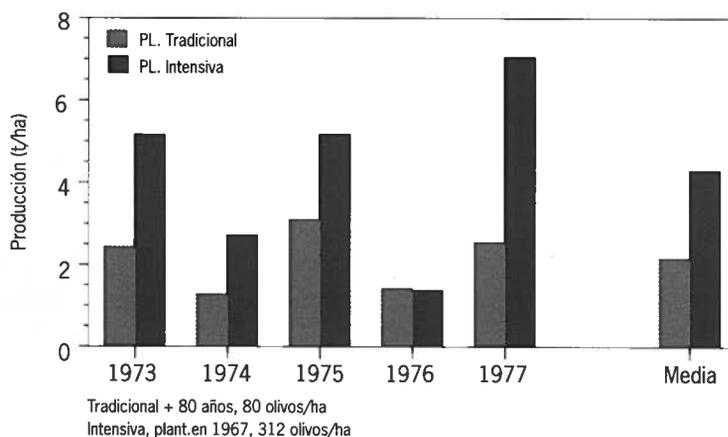


▲ Fotografía 4.2. Panorámica de olivar en la comarca de La Loma (Jaén). En primer plano y al fondo (derecha) olivares tradicionales con insuficiente cobertura del terreno. Al fondo (a izquierda), olivar intensivo también en secano, con una cobertura del terreno mucho mayor, que permite obtener producciones mucho mayores.

**Tabla 4.2. Deduciones geométricas sobre la capacidad media de producción de un olivar tradicional (80 olivos/ha) con árboles formados con tres troncos y un olivar intensivo (240 olivos/ha) formados con un solo tronco, que en su periodo adulto vegetan en un medio con 10.000 m<sup>3</sup>/ha de volumen de copa.**

| Concepto                     | Unidades              | Fórmula                         |  |  |
|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|--|---|
| Marco de plantación          | m                     | -                               | 11,2 x 11,2  | 7 x 6   |
| Densidad de plantación       | olivos/ha             | N                               | 80   | 240   |
| Nº troncos/olivo             | -                     | -                               | 3  | 1   |
| Volumen de copa              | m <sup>3</sup> /olivo | $v = \pi/6 \times D^2 \times H$ | 10.000   | 10.000  |
|                              | m <sup>3</sup> /ha    | $V = v \times N$                | 125  | 42  |
| Dimensiones de los árboles   | Diámetro (m)          | D                               | 6,84   | 4,44  |
|                              | Altura (m)            | H                               | 5,13   | 4,04  |
| Superficie de fructificación | m <sup>2</sup> /olivo | $s = \pi \times D \times H$     | 110,24   | 56,33   |
|                              | m <sup>2</sup> /ha    | $S = s \times N$                | 8.819  | 13.519  |
| Producción                   | g/m <sup>2</sup>      | p                               | 300  | 300   |
| Producción media prevista    | Kg/ha                 | $P = p \cdot S$                 | 3.527  | 5.408   |

**Figura 4.1. Producciones de aceitunas obtenidas en la Finca Manero (Arjona) en olivar tradicional (80 olivos/ha) y en un olivar intensivo (312 olivos/ha), durante un quinquenio 1973-1977 en parcelas limítrofes y en suelos de similar calidad. En la plantación intensiva las producción fue mucho mayor.**



#### 4.2. Ensayos de marcos de plantación en olivar de secano

Tratando de conocer la densidad óptima de plantación, en 1974 se plantearon tres ensayos de marcos de plantación en condiciones de secano en diferentes localidades de las provincias de Jaén y Córdoba. Las pluviometrías medias del período considerado fueron de unos 500 mm, oscilando entre 350 y 650 mm/año. Los tres olivares son de la variedad Picual, que es con diferencia la variedad más cultivada en España. Las densidades de plantación empleadas en todos los ensayos fueron 100, 156, 200, 312 y 400 olivos/ha, utilizándose para todas ellas un marco de plantación en cuadrado. Para las densidades 312 y 400 ol/ha se empleó además un marco rectangular en el que la separación entre olivos en la fila era la mitad del ancho de la calle. Los sistemas de poda de formación empleados fueron: el tradicional con 3 troncos/olivo en la densidad 100 olivos/ha, 2 troncos/olivo en la densidad 156, y 1 tronco/olivo en las restantes densidades. En cada ensayo se realizaron cuatro repeticiones con parcelas de 2.500 m<sup>2</sup> para cada densidad de plantación. En todos los casos se restringió mediante la poda el volumen de copa por hectárea, limitándose este a 10.000 m<sup>3</sup>/ha como tope máximo.

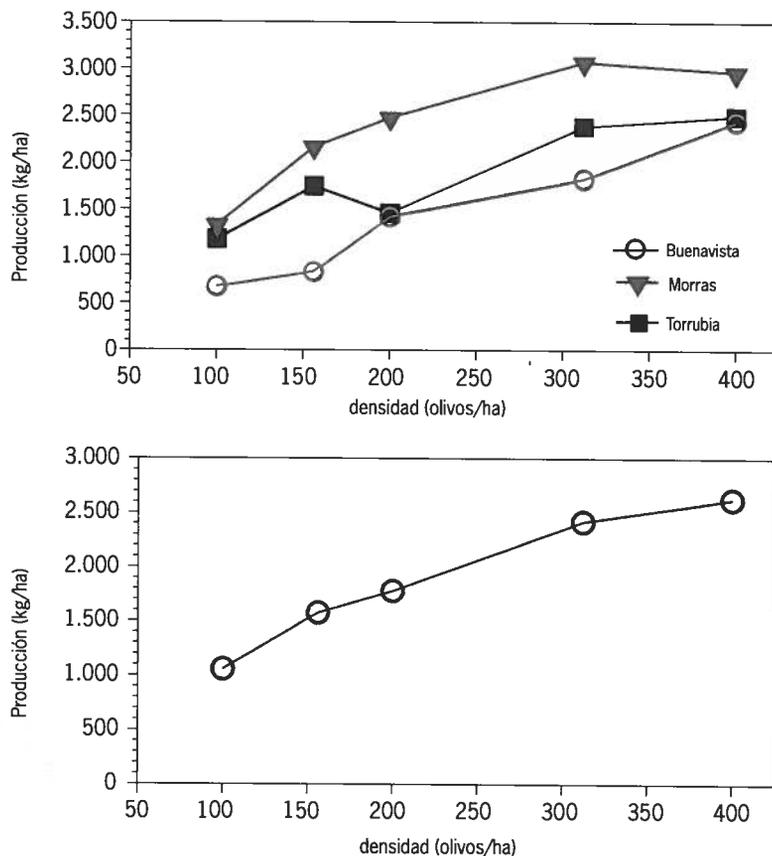


▲ Fotografía 4.3. Panorámica de un campo de ensayo de marcos de plantación de olivar de secano en Mancha Real (Jaén). Se utilizaron 7 marcos diferentes, repitiéndose cada marco 4 veces. Cada parcela elemental tiene 0,25 has.

En ninguno de los tres ensayos se han observado diferencias significativas en el rendimiento graso ni en el tamaño del fruto entre los distintos marcos de plantación en ninguno de los años de duración del ensayo. Por esta razón en la presentación de los resultados nos referiremos únicamente a las producciones de aceitunas obtenidas en las 13 cosechas que fue posible controlar.

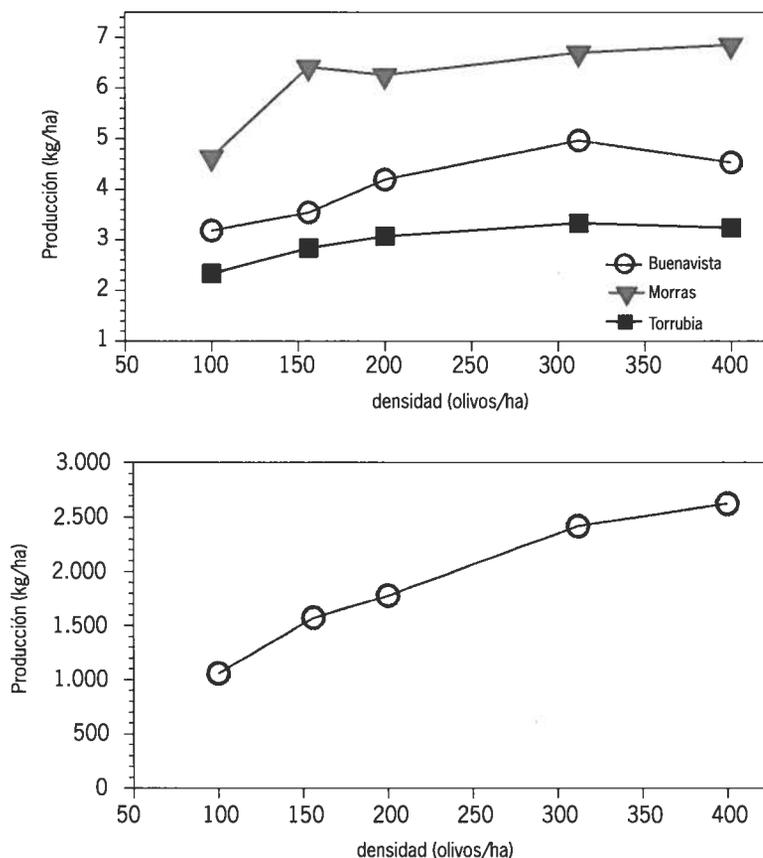
La producción por hectárea y el comportamiento de los árboles ha variado para las distintas densidades a lo largo de la vida de la plantación. Durante **las cuatro primeras cosechas** período 1978-81 (Figura 4.2.), en las tres fincas se observó un aumento de la producción en función de la densidad, para el intervalo de densidades 100-312 olivos/ha, aumentando también la producción para la densidad 400 olivos/ha en Buenavista, mientras que en las Morras y en Torruba las producciones en 312 y 400 olivos/ha fueron muy similares. Para la media de los tres ensayos, se observa la tendencia a aumentar la producción al aumentar la densidad de plantación en el intervalo comprendido entre 100 y 400 olivos/ha.

**Figura 4.2. Producciones medias de aceitunas por hectárea obtenidas en las cuatro primeras cosechas, periodo 1978 a 1981. Arriba, producciones en cada una de las tres fincas estudiadas (Buenavista, Torruba y Las Morras). Abajo, producción media de los tres ensayos. La producción parece aumentar a medida que aumenta la densidad de plantación.**



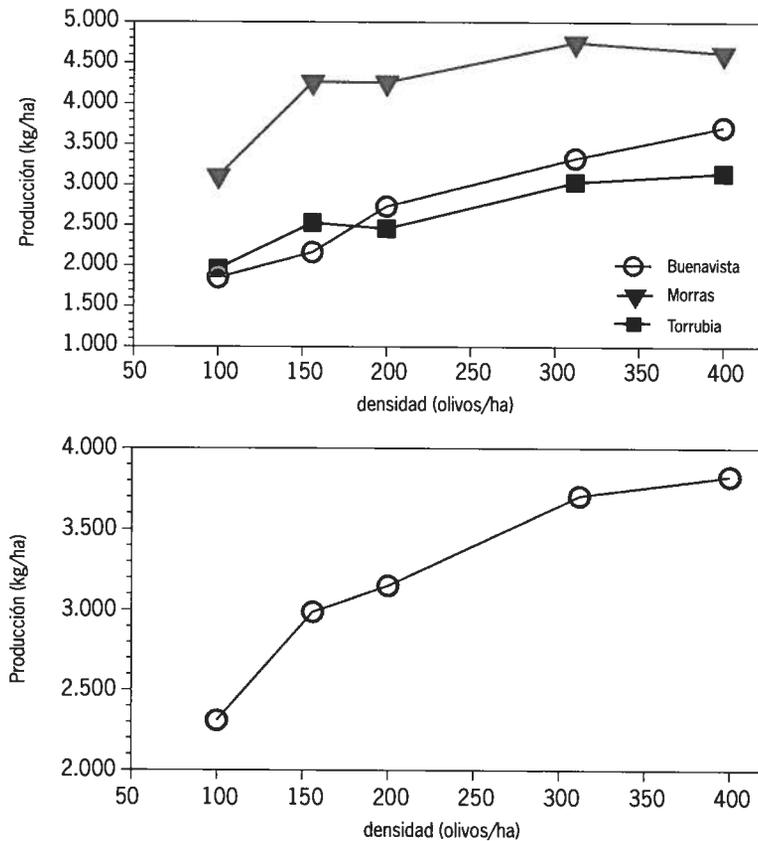
Si nos referimos a las **cuatro últimas cosechas** producidas (1987-1990) cuyos resultados presentamos en la Figura 4.3., se observa en dos de los tres ensayos una clara tendencia a aumentar la producción con densidades comprendidas entre 100 y 312 ol/ha, mientras que con densidades superiores a 312 olivos/ha los aumentos de cosecha son nulos o de escasa cuantía. En las tres fincas Torrubiá, Buenavista y Las Morras la producción en 400 olivos/ha fue algo menor que en 312 olivos/ha, si bien las diferencias no fueron significativas. Sin embargo, las producciones en 400 ol/ha tampoco fueron inferiores a las obtenidas en las densidades inferiores (200, 156 y 100 olivos/ha). Para el conjunto de los tres ensayos (Figura 4.3.) y para el período adulto de las plantaciones, se observa también un aumento de la producción media al hacerlo la densidad de plantación, para el intervalo 100-312 olivos/ha, sin aumento de la producción para la densidad de 400, pero tampoco sin pérdida de cosecha.

**Figura 4.3. Producciones medias de aceitunas por hectárea obtenidas en las cuatro últimas cosechas, período 1987 a 1990. Arriba, producciones en cada una de las tres fincas estudiadas (Buenavista, Torrubiá y Las Morras). Abajo, producción media de los tres ensayos. Se observa una tendencia a no aumentar la producción con densidades superiores a 312 ol/ha.**



Para el **conjunto de los 13 años de duración de los ensayos**, período 1978 a 1990 (Figura 4.4.), en las fincas Torrubia y Buenavista se observó una tendencia a aumentar la producción entre 100 y 400 olivos/ha, mientras que en las Morras a medida que pasa el tiempo se van igualando las producciones obtenidas para las densidades 150-400 olivos/ha aunque todavía 312 y 400 olivos/ha producen mayor cosecha que 150 y 200 olivos/ha. En este ensayo la densidad 400 ol/ha ya resulta menos productiva que 312 ol/ha. La densidad 100 olivos/ha, empleada en el ensayo como referencia ya que esta es considerada como la densidad media del olivar Español, proporcionó producciones sensiblemente menores que las densidades superiores.

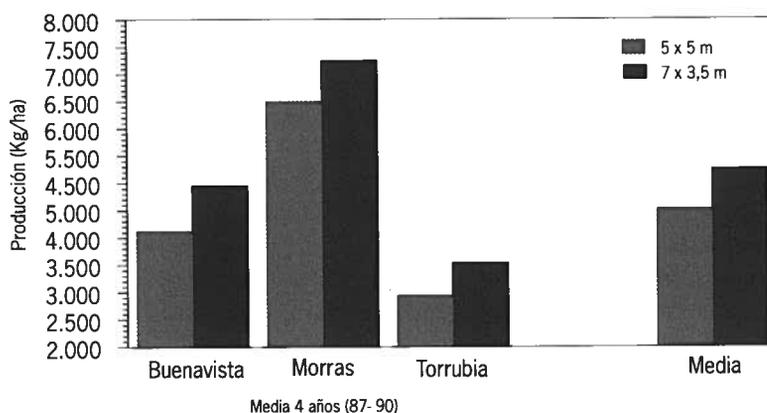
**Figura 4.4. Producciones medias de aceitunas por hectárea obtenidas en el conjunto de los 13 años de duración del ensayo, período 1978 a 1990. Arriba, en cada una de las tres fincas estudiadas (Buenavista, Torrubia y Las Morras). Abajo, producción media de los tres ensayos. Se observa una tendencia a aumentar la producción al hacerlo la densidad de plantación.**



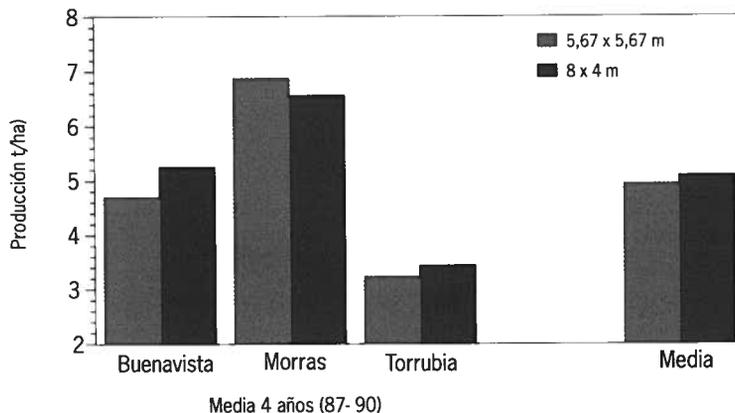
En las densidades 312 y 400 olivos/ha se estudiaron también dos tipos de marco de plantación, un marco en cuadrado (5,66x5,66 m y 5x5 m) y un marco rectangular (8x4 m y 7x3,5 m). Los datos medios para el conjunto de las 4 últimas cosechas, época

en la que ya empezaron a plantearse problemas de competencia entre olivos, aparecen en las Figuras 4.5. y 4.6., observándose como en los tres ensayos y para la densidad 400 ol/ha el marco rectangular proporcionó mayor producción media que el marco cuadrado, mientras que para la densidad 312 olivos/ha no se aprecian diferencias significativas entre el marco cuadrado y el rectangular, si bien en este último la producción media fue un poco mayor. Estos datos sugieren un mejor aprovechamiento de la radiación solar cuando se emplean marcos rectangulares en el caso de altas densidades de plantación, al disponer de una calle mucho más ancha, obteniéndose así una mayor superficie iluminada, a pesar de adoptar la plantación una forma en seto.

**Figura 4.5. Comparación de las producciones obtenidas en marco cuadrado y marco rectangular durante las cuatro últimas cosechas (años 1987 a 1990) en cada uno de los tres ensayos realizados (Buenavista, Torrubia y Las Morras). Para la densidad 400 ol/ha el marco rectangular ha proporcionado mayor cosecha en las tres fincas.**



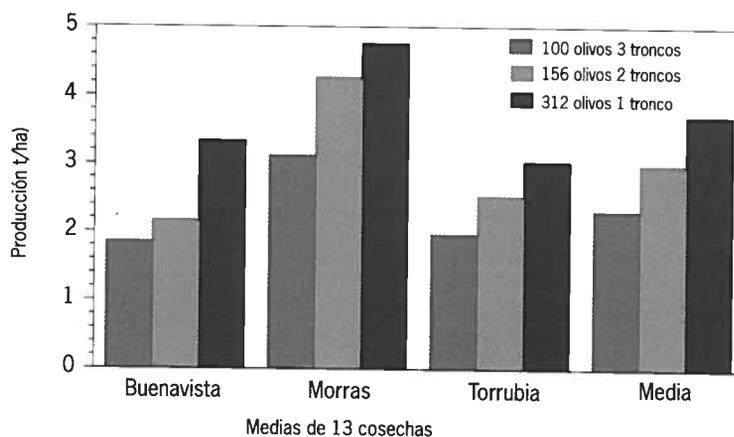
**Figura 4.6. Comparación de las producciones obtenidas en marco cuadrado y marco rectangular durante las cuatro últimas cosechas (años 1987 a 1990) en cada uno de los tres ensayos realizados (Buenavista, Torrubia y Las Morras). Para la densidad 312 ol/ha en Buenavista y Torrubia la producción en marco rectangular fue un poco mayor.**



Los datos de estos ensayos nos permiten afirmar igualmente que considerando un número similar de troncos por hectárea, siempre es preferible plantar utilizando una densidad alta y formar los árboles con un solo tronco (Figura 4.7.), pero para la sustentabilidad de la plantación, es necesario que se controle adecuadamente el volumen de copa de la plantación, evitando que esta se supere el **volumen óptimo productivo**. En los tres ensayos las densidades 100 y 156 árboles/ha con olivos formados con 3 y 2 troncos respectivamente, produjeron menos cosecha que 312 árboles/ha formados con un solo tronco. Esta información contrasta con la decisión de muchísimos olivereros andaluces en sus actuales plantaciones de olivar, en las que han optado por sistemas tradicionales (100 olivos de 3 troncos/ha) que además de no permitirles alcanzar nunca el máximo potencial productivo de medio, tampoco les permitirá una mecanización integral del cultivo empleando los actuales medios mecánicos.

Una vez conocidos estos datos, y teniendo en cuenta que muchas de las plantaciones realizadas a marco tradicional son todavía relativamente jóvenes, cabe recomendar el aumento inmediato de la densidad de plantación, convirtiendo el actual marco 10x10 m en marcos tales como el 7x7 m, intercalando un olivo en el **5 deoros** (intersección de las diagonales) o bien intercalando un árbol en la línea, por lo que quedaría un marco 10x5 m. Como es natural, en este caso habría que formar todos los olivos con un solo tronco.

**Figura 4.7. Producción acumulada de aceitunas obtenida en los ensayos de Las Morras, Buenavista y Torrubia. Para diferentes densidades de plantación se dispone de igual número de troncos por hectárea. Siempre es preferible emplear 312 ol/ha de un solo tronco que una densidad de 100 ol/ha formando los árboles con 3 troncos.**

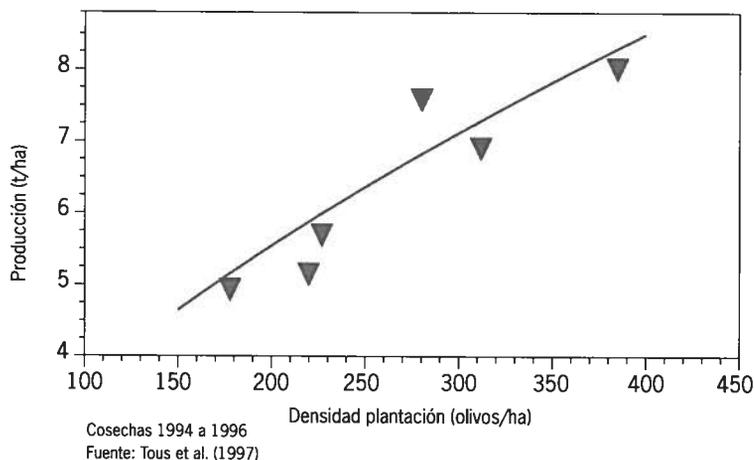


En un ensayo realizado también en secano (500 mm de pluviometría) en la zona costera de la provincia de Tarragona (**Tous et al., 1997**), utilizando en este caso la variedad 'Arbequina', obtuvieron resultados similares a los obtenidos en Andalucía (**Figura 4.8.**). En este ensayo la producción media durante el período adulto de la plantación aumentó al hacerlo la densidad de plantación entre 178 y 385 olivos/ha, osci-



lando las producciones de las tres últimas cosechas entre 5.000 y 8.000 Kg/ha. A pesar de la mayor producción, el marco de plantación utilizado tampoco en este caso influyó sobre el rendimiento graso de las aceitunas, confirmándose una vez más la posibilidad de mejorar el potencial productivo de las plantaciones de secano por la vía de emplear mayor densidad, lo que confirma la necesidad de aumentar la cantidad de radiación interceptada como forma de mejorar la capacidad productiva del olivar.

**Figura 4.8. Resumen de los resultados de un ensayo de densidades de plantación realizado en Reus (Tarragona) por el IRTA en olivar de secano de la variedad 'Arbequina'. Se presentan las producciones medias de las tres últimas cosechas.**



### 4.3. Ensayo de marcos de plantación en olivar de riego

Tratando de estudiar el efecto de diferentes densidades de plantación en olivar de riego en donde el **agua** no fuese factor limitante de las producciones del olivar, se planteó en 1984 un ensayo con árboles de la variedad Arbequina, estudiándose seis densidades de plantación comprendidas entre 200 y 450 olivos/ha, con intervalos de 50. Se utilizó en todos los casos una calle de 6 m. Cada densidad se repitió 6 veces en la parcela de ensayo. Las aportaciones de agua se calcularon empleando los métodos de programación de riegos propuestos por el Manual nº 24 de la FAO ( $ET_c = ETo \times Kc$ ), metodología de cálculo que presentamos en el capítulo 10, utilizando un coeficiente de cultivo  $k_c = 0,6$  tratando que el agua en ningún momento fuese el factor limitante de la producción. El ensayo se lleva a cabo en Córdoba ( $ETo = 1.400$  mm/año), habiéndose observado durante estos años una pluviometría media de 550 mm, con un máximo de 1.050 mm y un mínimo de 250 mm. El período mayo-septiembre se caracteriza en esta zona por la escasez de precipitaciones. El agua de riego aportada en los años en que los árboles alcanzaron el volumen de copa óptimo fue de unos 4.000 m<sup>3</sup>/ha. La poda realizada fue la mínima imprescindible para el manejo de la plantación, formándose los

árboles con un solo tronco y con 2-4 ramas principales, limitándose las intervenciones, bianuales, a mejorar la iluminación en el interior de la copa.

En la Tabla 4.3. presentamos las producciones anuales medias de aceitunas obtenidas en cada densidad de plantación hasta el momento. (Período 1987-1997). Se presentan igualmente los rendimientos grasos totales obtenidos. La entrada en producción de los olivos se produjo al tercer año, con cosechas que oscilaron entre 2.092 Kg/ha para la densidad 200 olivos/ha y 5.409 Kg/ha para la densidad 450 olivos/ha. La mayor producción se obtuvo en el año 1.997, cuando los olivos tenían 13 años, con cosechas que oscilaron entre 20.318 y 24.699 Kg/ha para densidades de 200 y 400 olivos/ha respectivamente. La producción media de las diferentes densidades de plantación para todo el período productivo (1987-1997) aumentó al hacerlo la densidad de plantación.

A pesar de que, como se ha dicho anteriormente, la producción media aumentase al aumentar la densidad de plantación, no debe extraerse de los datos presentados la conclusión universal de que en riego había que plantar siempre un mínimo de 450 plantas por hectárea, lo cual sería probablemente un error para todas las situaciones que se plantearan. Aunque la información presentada en la Tabla 4.3. invita a sacar la anterior conclusión, la visita del ensayo en la actualidad, así como tener la oportunidad de observar las dificultades que se plantean para poder aplicar los cuidados culturales en las densidades superiores a 350 olivos/ha, nos permitiría ser muy prudentes a la hora de tomar la decisión de elegir un marco excesivamente estrecho en nuestra nueva plantación. En las densidades mayores (>350 olivos/ha) y transcurridos 13 años desde que se plantó el olivar, ya es muy difícil realizar las operaciones de manejo del suelo (labores y aplicación de herbicidas); la recolección de la aceituna se hace casi imposible al fructificar únicamente en las partes altas bien iluminadas, superando los costes de recogida casi el valor de la aceituna, ya que los árboles han alcanzado alturas de copa que casi imposibilitan la recolección manual, siendo también imposible la utilización de máquinas vibradoras para el derribo de los frutos al disponerse de escaso espacio para el tránsito de la maquinaria; la correcta defensa fitosanitaria de la plantación se hace imposible, incrementándose en el tiempo fundamentalmente los problemas de repilo (***Spilotea oleagina***), lo que trae consigo fuertes defoliaciones, junto con los problemas de falta de luz por sombreado en las zonas más bajas de los árboles.

Si decidiésemos realizar la plantación planteándonos una escasa permanencia de los árboles en el terreno (vida entre 10 y 12 años), no habría duda de que habría que plantar una alta densidad, y por qué no 450 árboles por hectárea, o incluso algo más. Sin embargo, si nos planteamos una larga permanencia de los árboles sobre el terreno (25-30 años), siendo más normal este último planteamiento en la mayoría de las situaciones, el marco de plantación obviamente debe ser mucho más amplio, pero el suficiente como para permitir compatibilizar buenas producciones a corto, medio y largo plazo, amortizando relativamente pronto los costes de implantación, permitiendo posteriormente una buena rentabilidad durante el período adulto de la plantación, con posibilidades de mecanización de todas las operaciones de cultivo.

**Tabla 4.3. Producciones de aceitunas y rendimientos grasos totales obtenidos en el ensayo de marcos de plantación en olivar de riego de la variedad Arbequina' realizado en 'Alameda del Obispo' (Córdoba) en el año 1984. Las cosechas de todos los años, así como los rendimientos grasos están referidos a frutos con una humedad del 50%.**

| Densidad<br>(olivos/ha) | PRODUCCIÓN (Kg/ha) |       |       |        |        |        |        |        |        |       |        | Media   |        |        |
|-------------------------|--------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|--------|--------|
|                         | Años               |       |       |        |        |        |        |        |        |       |        |         |        |        |
|                         | 1987               | 1988  | 1989  | 1990   | 1991   | 1992   | 1993   | 1994   | 1995   | 1996  | 1997   | TOTAL   | 87-97  | 96-97  |
| 200                     | 2.092              | 2.420 | 4.888 | 9.216  | 6.478  | 10.386 | 12.461 | 6.303  | 14.004 | 4.768 | 20.318 | 93.334  | 8.485  | 12.543 |
| 250                     | 3.483              | 3.348 | 6.763 | 12.928 | 7.418  | 13.548 | 13.021 | 8.108  | 15.730 | 4.000 | 21.732 | 110.079 | 10.007 | 12.866 |
| 300                     | 3.990              | 5.229 | 7.503 | 15.552 | 8.922  | 16.473 | 13.750 | 8.068  | 16.210 | 4.020 | 22.131 | 121.848 | 11.077 | 13.076 |
| 350                     | 4.638              | 3.938 | 7.749 | 14.942 | 8.264  | 15.985 | 12.178 | 11.157 | 14.559 | 7.375 | 19.925 | 120.710 | 10.974 | 13.650 |
| 400                     | 4.860              | 4.748 | 7.596 | 15.756 | 8.940  | 15.604 | 16.642 | 6.062  | 18.204 | 4.100 | 22.857 | 125.369 | 11.397 | 13.479 |
| 450                     | 5.409              | 5.778 | 9.504 | 17.154 | 10.332 | 18.279 | 15.578 | 10.683 | 20.303 | 3.384 | 24.699 | 141.103 | 12.828 | 14.042 |

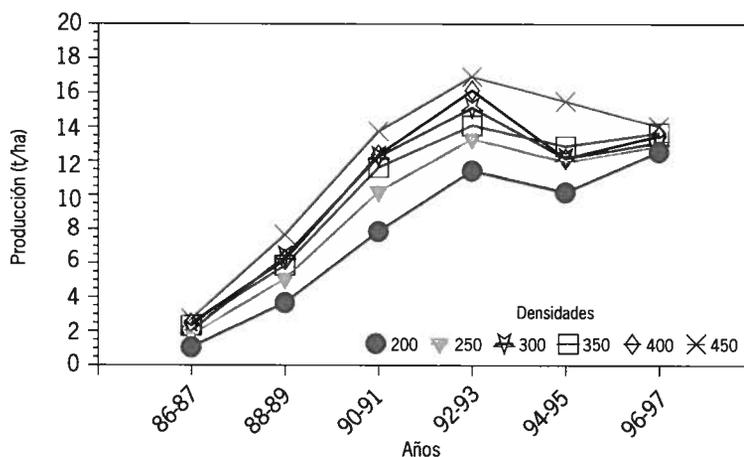
| Densidad<br>(olivos/ha) | RENDIMIENTO GRASO (%) |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       | Media |       |
|-------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|                         | Años                  |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
|                         | 1987                  | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996  | 1997  | 87-97 | 96-97 |
| 200                     | 22,3                  | 21,9 | 21,5 | 20,3 | 19,3 | 21,7 | 21,4 | 18,2 | 24,2 | 22,34 | 22,25 | 21,67 | 22,31 |
| 250                     | 22,8                  | 21,8 | 21,7 | 21,0 | 20,7 | 19,7 | 20,3 | 18,5 | 25,2 | 22,19 | 23,02 | 21,72 | 22,94 |
| 300                     | 23,5                  | 21,3 | 21,5 | 20,4 | 19,4 | 20,2 | 21,3 | 17,9 | 24,5 | 23,31 | 22,23 | 21,43 | 22,42 |
| 350                     | 23,4                  | 21,3 | 21,8 | 20,4 | 21,3 | 19,7 | 21,8 | 18,4 | 25,5 | 21,78 | 23,01 | 21,71 | 22,76 |
| 400                     | 23,2                  | 22,7 | 22,3 | 19,7 | 21,2 | 21,6 | 21   | 19,4 | 24,6 | 22,99 | 18,57 | 21,22 | 19,24 |
| 450                     | 23,7                  | 20,4 | 21,4 | 19,3 | 19,3 | 20,2 | 21,9 | 18,7 | 24   | 22,85 | 22,9  | 21,41 | 22,94 |



- ▲ *Fotografía 4.4. En regadío, donde el agua no es el factor limitante de la producción, cuando se utilizan densidades excesivas de plantación, la luz puede limitar las producciones del olivar cuando se alcanza el periodo adulto. Arriba olivar perteneciente a la densidad 200 olivos/ha en un ensayo de marcos de plantación en regadío en variedad 'Arbequina' en Córdoba a los 12 años. Los árboles aparecen correctamente iluminados. Abajo olivar del mismo ensayo pero en la parcela en la que se emplean 400 olivos/ha. Se observan ya problemas graves debido a la insuficiente iluminación, así como dificultades para el tránsito de maquinaria. Los problemas fitosanitarios van en aumento en el transcurso de los años.*

En la Figura 4.9. presentamos la evolución de las producciones obtenidas a lo largo de la vida de la plantación, agrupando las cosechas cada dos años, para paliar los efectos de la vecería o alternancia de producción, que como todos sabemos es consustancial a esta especie. Como vemos en dicha Figura, la máxima producción media se alcanzó en el bienio 92-93 en las densidades superiores a 350 olivos/ha, mientras que en las inferiores se mantiene la producción, e incluso en la densidad 200 olivos/ha se observa lógicamente un aumento de la producción a lo largo de los años, con una marcada tendencia a converger la producción en todas las densidades hacia una cantidad más o menos constante en el transcurso de los años, lo que denota que cuando el agua no es un factor limitante, la limitación en la radiación interceptada por las plantas debido al sombreado recíproco entre árboles, puede limitar, y de hecho lo hace, la producción del olivar, y hacer imposible asimismo su explotación económica.

**Figura 4.9. Evolución de las producciones bianuales de aceitunas obtenidas en un ensayo de densidades de plantación realizado en la finca Alameda del Obispo (Córdoba) en olivar de la variedad 'Arbequina' plantado en 1984 y regado para cubrir las máximas necesidades de agua.**

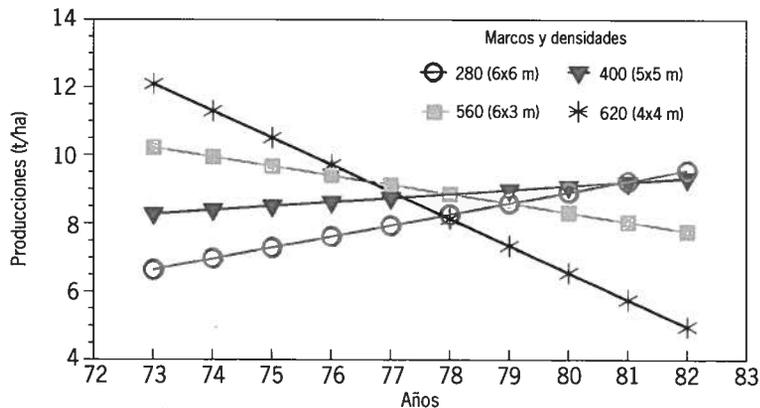


El volumen de copa en el momento en que se obtuvo la máxima producción en las densidades mayores (años 1992 y 93) era sensiblemente menor que en la actualidad (años 1996 y 1997), lo que explica que la decadencia en la producción observada en las últimas cosechas puede ser consecuencia de una pérdida de eficiencia productiva en el uso de la radiación solar, al emplearse parte de los asimilados en mantener el esqueleto del árbol, que va aumentando a medida que pasan los años si no se interviene con la poda de forma adecuada. Además cada vez es mayor el sombreado dentro de la plantación, lo que en el transcurso de los años se va reduciendo la eficacia productiva del olivar.

Estos datos están bastante en consonancia con los obtenidos por *Psyllakis et al.* (1981) en la isla de Creta (Grecia), en donde a largo plazo no se obtuvieron tampoco aumentos claros de producción para densidades superiores a 280 olivos/ha, aunque a

corto plazo las producciones en las densidades altas fueron muy superiores. La Figura 4.10. (datos elaborados a partir del trabajo de los mencionados autores) muestra las tendencias a largo plazo de las producciones de aceitunas obtenidas por hectárea para los diferentes marcos de plantación, observándose que en las densidades superiores a 400 olivos/ha tienden a reducirse las producciones a medida que avanzan los años, mientras que las densidades 280 y 400 ol/ha son las únicas que muestran una clara pendiente ascendente, es decir a aumentar la producción a medida que aumenta la edad de la plantación. Estos datos concuerdan igualmente con los de Klein (1993) en Israel, en donde una plantación con 830 olivos/ha de la variedad 'Manzanilla' no produjo mayor cantidad de cosecha que una plantación con densidad de 416 ol/ha.

**Figura 4.10. El gráfico nos muestra las tendencias de producción observadas en un ensayo en el que se comparan distintos marcos de plantación en olivar de riego de la variedad Koroneiki en la isla de Creta (Psyllakis et al.,1980). Obsérvese como en la densidad 280 ol/ha la tendencia es a una mayor producción conforme aumenta la edad de la plantación, mientras que en densidades de 560 y 620 ol/ha, partiendo en los primeros años de unas altas producciones, la cosecha media tiende a decrecer a medida que aumenta la edad del olivar.**



#### 4.4. Recomendaciones sobre los marcos de plantación a emplear

Una vez conocidos los datos experimentales que hemos presentado, así como las referencias bibliográficas disponibles y nuestra experiencia acumulada durante más de 20 años de trabajo con nuevas plantaciones, creemos que a la hora de elegir un marco de plantación debemos tener en cuenta, en primer lugar, que es necesario establecer una calle ancha por la que pueda circular y maniobrar la maquinaria con toda facilidad, en especial las máquinas de recolección, ya que contar con un olivar mecanizable es uno de los objetivos prioritarios. Ello obliga a utilizar una calle de al menos 7 metros de ancho, siendo preferible los 8 metros, sobre todo en las plantaciones de regadío, donde los árboles alcanzarán un desarrollo mucho mayor. Esta anchura de calle permitirá probablemente una correcta iluminación de los árboles (ver apartado 3.2.3.).

En cuanto a densidad de plantación, los datos obtenidos en los ensayos nos sugieren que, tanto en riego como en secano, plantar más de 300 ol/ha puede tener un escaso interés a medio y largo plazo. En regadío en razón a la competencia entre árboles por la luz y en el caso del secano por la restricción impuesta por la disponibilidad de agua, por lo que teniendo en cuenta que desde el punto de vista económico tiene un gran peso la cuantía de las primeras cosechas, debemos recomendar densidades dentro del rango 200-300 olivos/ha, por lo que podríamos utilizar marcos tales como 8x6 m, 8x5 m, 7x7 m, 7x6 m, o incluso el 7x5 m, o 8x4 m.

En suelos poco fértiles y de buena pluviometría, posiblemente se podrían emplear mayores densidades de plantación, ya que la propia fertilidad del suelo restringirá el desarrollo de los árboles de la plantación, permitiendo así obtener una máxima cobertura del suelo. Es lo que ocurre en el olivar de la provincia de Cáceres (Sierra de Gata y Las Hurdes) en donde es tradicional utilizar densidades superiores a 300 olivos/ha en un suelo ácido y poco fértil, pero con una pluviometría media de 700 mm. En estas condiciones se obtienen producciones incluso superiores a las de las mejores campiñas andaluzas en las que se emplean bajas densidades de plantación. En suelos muy fértiles y con adecuadas disponibilidades de agua habría que pensar probablemente en marcos algo más amplios.

Técnicos italianos (*Fontanazza et al., 1992*) nos presentan la posibilidad de empleo de portainjertos clonales que pueden reducir el vigor de las variedades sobre ellos injertados. Este posible logro de la investigación nos sugiere futuras líneas de trabajo en el tema de densidades de plantación, ya que podría pensarse, lógicamente, en emplear densidades de plantación superiores a las anteriormente recomendadas, pero esta posibilidad está aún en vías de investigación. Otra posibilidad sería el empleo de variedades de porte erguido y crecimiento compacto (*Lavee et al., 1986*), técnica que tras la correspondiente experimentación podría igualmente modificar en un futuro nuestras recomendaciones actuales, ya que permitiría acercar los olivos dentro de la fila. No conocemos la existencia de datos experimentales que hayan podido contrastar las hipótesis planteadas por los mencionados autores.

#### **4.5. Reducción de la densidad inicial en las plantaciones intensivas de alta densidad**

Cuando se inició la denominada **era de las plantaciones intensivas**, muchos pesaban que, a largo plazo, el final de las mismas sería probablemente la reducción de la densidad inicial a la mitad, mediante arranque de árboles alternos, una vez que se estimase que las producciones obtenidas habían permitido amortizar el coste de la plantación. Esta idea ha estado de moda en Italia durante muchos años (*Fontanazza, 1984*), sugiriéndose en aquella época el concepto denominado **marco dinámico de plantación**, que desarrollaba la idea expuesta anteriormente, sin base experimental conocida que demostrase el interés agronómico de este sistema de plantación. Por esta razón, probablemente en dicho país surgieron opiniones contrarias a la aplicación de dicha estrategia (*Tombesi, 1988*), opiniones que persisten en la actualidad. Recientemente *Rallo (1997)* nos muestra igualmente la posibilidad teórica de reducir la densidad de

plantación a la mitad una vez que se plantean los problemas de competencia entre olivos, como medio de resolver el problema de las plantaciones densas.

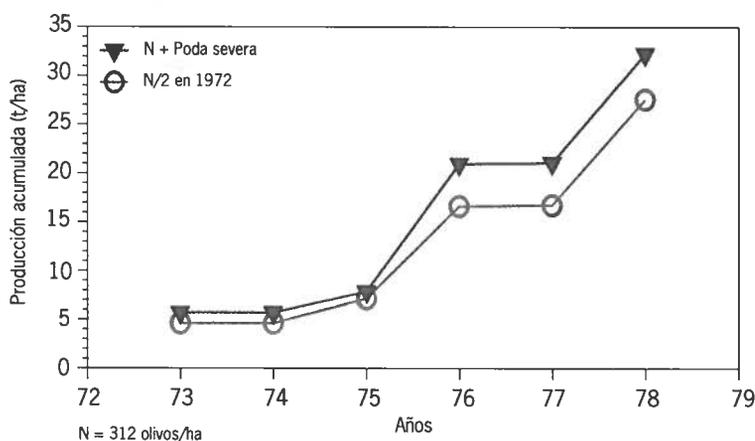
En España esta idea ha sido aplicada por algunos agricultores, razón por la cual se plantearon en el curso de los años dos ensayos en plantación intensiva de más de 300 ol/ha, una de ellas en secano y la segunda en riego. El ensayo de secano fue realizado en un olivar de la variedad 'Picual' plantado con marco 8x4 m en la localidad sevillana de Cañada Rosal (Figura 4.11.). Los árboles mostraban cuando comenzó el ensayo un gran desarrollo y una gran competencia por la luz, lo que ya afectaba negativamente a la producción. La reducción de la densidad a la mitad mediante arranque provocó en este experimento una sensible pérdida de cosecha en los 5 años de duración del ensayo, obteniéndose una producción media de 5,4 t/ha en el olivar con la densidad original podado de forma severa, y 4,6 t/ha en olivar en el que se realizó el arranque alterno.

En un segundo ensayo del que se dispone de datos de nueve años (1989-1997), fue realizado en Gilena (Sevilla) en un olivar de la variedad 'Manzanilla' plantado con marco 9x3,5 m con riego de apoyo y árboles formados con 4-5 troncos y excelente desarrollo cuando comenzó el experimento, por lo que también se habían producido ya importantes problemas de competencia entre olivos. Las actuaciones fueron varias: a) formar de una forma gradual (4-5 años) los árboles con un solo tronco para adaptarlos a la mecanización; b) aplicar poda mecánica severa restringiendo de una forma drástica el volumen de copa de los olivos; y c) reducción de densidad de plantación a la mitad, arrancando árboles alternos. Los resultados obtenidos se presentan en la Figura 4.12., en la que podemos ver como el arranque alterno ( $N/2$ ) ha ocasionado una permanente pérdida de producción, obteniéndose una cosecha media de los 9 años de observación de 5.386 Kg/ha, mientras que cuando se respetó la densidad inicial ( $N$ ) se obtuvieron 8.186 Kg/ha cuando los árboles se formaron con un tronco, y 9.039 Kg/ha cuando se aplicó un sistema de poda mecánica para controlar el volumen de copa de los olivos.

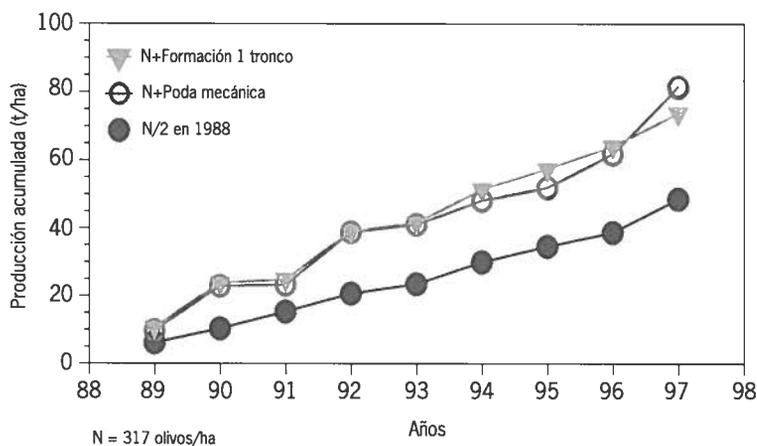
Con los datos presentados, pensamos que en la mayoría de los casos cuando se observen los primeros problemas de competencia por la luz debido a que se llega a superar el volumen óptimo de copa, es preferible realizar podas severas adecuadas que controlen el desarrollo de los olivos, antes que reducir la densidad inicial de plantación. En una plantación intensiva mantener el volumen de copa dentro de los límites que permita el medio, es fundamental para mantener el nivel productivo del olivar. Hasta el momento la poda es el único instrumento para controlar el desarrollo de los árboles. El olivo y dentro de ciertos límites es un árbol que admite las podas severas necesarias para el control de la plantación, siempre que se dosifiquen en el tiempo.



**Figura 4.11.** La reducción de la densidad inicial de plantación a la mitad ( $N/2$ ), mediante arranque alterno de árboles en un olivar intensivo de densidad  $N$  una vez que se observan los problemas de competencia de los árboles por el agua o la luz, no suele ser la solución ideal. En comparación con las producciones obtenidas manteniendo la densidad inicial ( $N$ ) pero aplicando podas severas que reduzcan drásticamente el volumen de copa, la reducción de la densidad ( $N/2$ ) ha ocasionado pérdidas medias de producción de 800 Kg/ha y año en un ensayo de 5 años de duración realizado en Cañada Rosal (Sevilla).

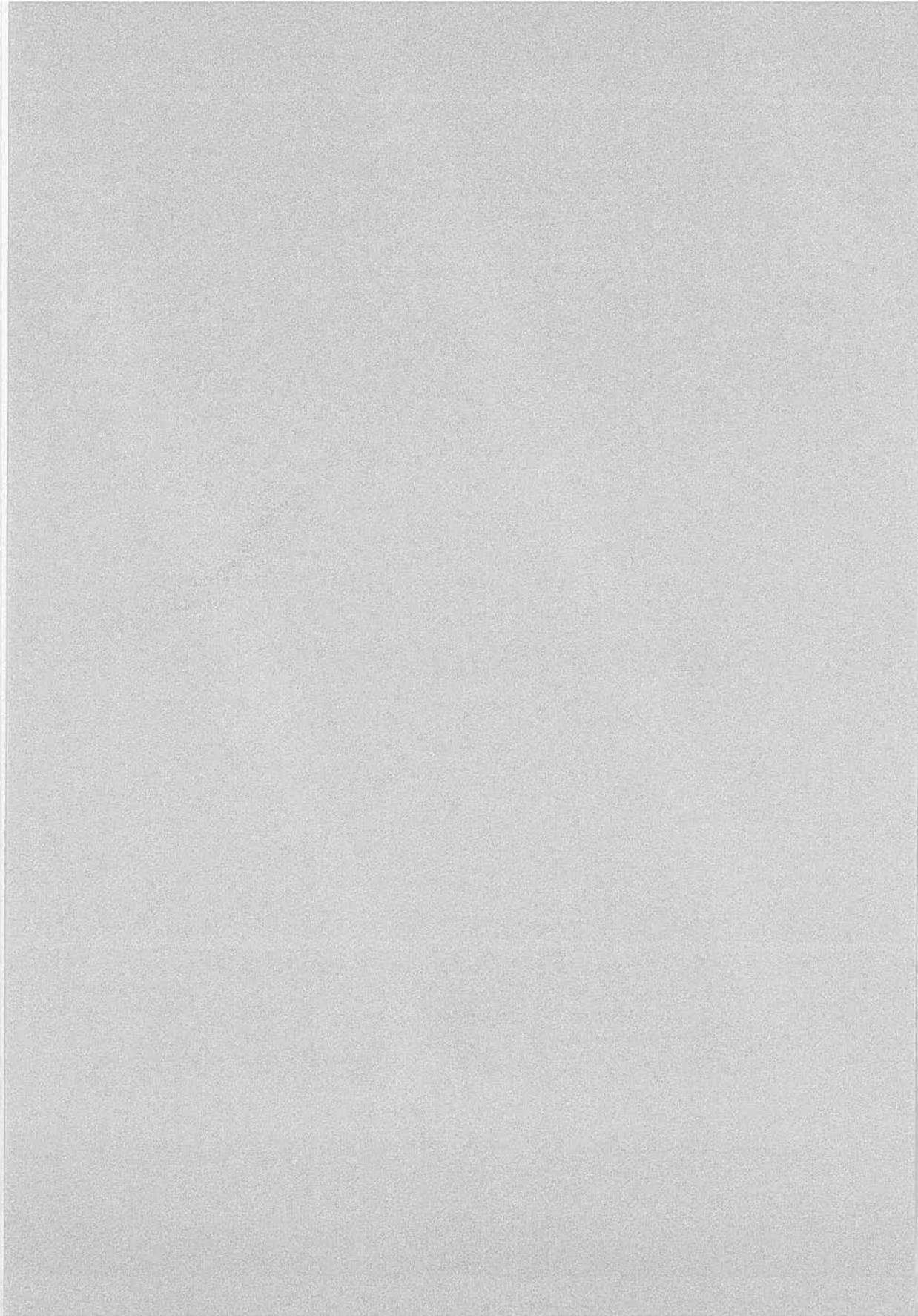


**Figura 4.12.** La reducción de la densidad inicial de plantación a la mitad ( $N/2$ ) en un olivar intensivo de densidad  $N$ , una vez que se observan los problemas de competencia de los árboles por la luz es una acción de dudosa rentabilidad según los datos obtenidos en un ensayo realizado en la finca Cortijo del Marqués (Gilena). Se trata de un olivar de riego por goteo de apoyo de la variedad 'Manzanilla' plantado al marco 9x3,5 m. Presentamos la evolución de las producciones acumuladas obtenidas. La pérdida media de cosecha al reducir la densidad fue muy importante. La poda severa parece mucho mejor que en arranque de árboles.





## **5. REESTRUCTURACIÓN DEL OLIVAR**



## 5. REESTRUCTURACIÓN DEL OLIVAR

### 5.1. Aumentos de densidad

Ante la baja densidad de plantación de una gran parte de los olivares adultos tradicionales que no permiten obtener la máxima producción potencial, se plantea por gran número de agricultores y técnicos la posibilidad de intercalar olivos en las plantaciones adultas ya existentes, olivares que en la mayoría de los casos tienen una baja densidad (40-100 ol/ha). El **aumento de densidad** se presenta, a primera vista, como una técnica de fácil aplicación y de posible interés para el olivarero, acción que incluso fue incluida entre las acciones auxiliables por los Planes de Reestructuración y Reconversión Productiva del Olivar en España (**M.A.P.A., 1988**), aunque en aquel momento no se disponía de una información precisa sobre la viabilidad técnica y económica de este tipo de inversión, avalada por trabajos de experimentación a largo plazo.

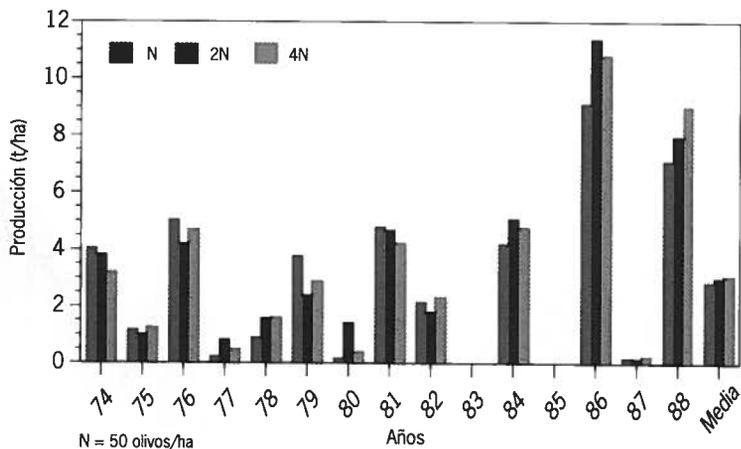
Por esta razón, en el año 1974 se planteó un ensayo en la localidad de Lucena (Córdoba), en el que en un olivar adulto de la variedad 'Hojiblanca' plantado al marco 14x14 m (50 olivos/ha) y en zona con pluviometría media superior a 650 mm, se duplicó (**2N**) y cuadruplicó (**4N**) la densidad de plantación, incluyendo el correspondiente control, en el que se respetó la densidad inicial de plantación (**N**). Antes de realizar la intercalación, el terreno fue subsolado para romper el sistema radical de los olivos adultos en la zona en la que fueron plantados posteriormente los olivos jóvenes, de modo que se redujera la competencia.



▲ Fotografía 5.1. Los aumentos de densidad son generalmente poco recomendables en plantaciones adultas, incluso en marcos amplios. Olivar con marco 14 x 14 m en Porcuna (Jaén) en el que se ha realizado, con escaso éxito productivo, un aumento de densidad.

El primer resultado práctico del ensayo fue el escaso crecimiento del olivar joven, en comparación con otras plantaciones realizadas en la zona en la misma fecha en terreno sin olivar adulto, lo que retrasó en varios años la entrada en producción de los árboles intercalados. Los olivos plantados en el centro de la diagonal del cuadrado formado por cuatro árboles adultos (posición de **cinco de oros**) tuvieron un crecimiento y producción de aceitunas significativamente mayor que los olivos plantados en las filas (centro del lado del cuadrado), cuya producción fue escasísima a lo largo del ensayo, lo que evidencia la competencia por agua y por la luz ejercida por los árboles adultos sobre los jóvenes. En la Figura 5.1., presentamos las producciones por hectárea obtenidas en los 15 años de duración del ensayo (1974 a 1988), para los tres tipos de olivar. Las conclusiones más relevantes obtenidas en este ensayo fueron las siguientes:

**Figura 5.1. Resumen de las producciones obtenidas en un ensayo de aumento de densidad en olivar adulto. El ensayo se realizó en Lucena (Córdoba), en olivar centenario de la variedad 'Hojiblanca', plantado a un marco 14x14 m. En el año 1974 se duplicó (2N) y cuadruplicó (4N) la densidad inicial. Obsérvese como en los 15 primeros años después de realizarse el aumento de densidad apenas aumentó la producción media de la plantación adulta (N). Económica y técnicamente no podemos recomendar, genéricamente, los aumentos de densidad en olivar adulto.**



- el subsolado afectó negativamente a la producción de los árboles adultos en los primeros años, en los sistemas en los que se realizó la intercalación para aumentar la densidad (**2N** y **4N**).
- solamente los olivos intercalados que fueron plantados en el centro de la diagonal (**cinco de oros**), distantes 10 metros de los adultos, han aportado producciones de cierta importancia, y únicamente en los 3 últimos años del ensayo.

- c) hasta 11 años después de realizarse el aumento de densidad, año 1984, las producciones acumuladas de los sistemas **2N** y **4N** no han superado las del olivar en el que no se realizó la intercalación (**N**).
- d) para el conjunto de los 15 años de duración del ensayo, el aumento de producción obtenido al duplicar la densidad fue solamente del 5 por 100 con respecto al testigo, mientras que en el sistema en el que se cuadruplicó la densidad el aumento de cosecha ascendió al 6,4 por 100, no siendo significativas las diferencias observadas.

Teniendo en cuenta que la situación que presentamos se ha reproducido en la mayoría de las fincas de agricultores que han realizado aumentos de densidad en olivares adultos de secano, pensamos que **este tipo de inversiones no debe ser recomendada en la mayoría de las situaciones**, debido a su baja rentabilidad, ya que los cuantiosos gastos que la intercalación reporta para el olivarero, no se ven compensados por un apreciable aumento de producción, a lo que habría que añadir el entorpecimiento en la realización de determinadas actividades dentro de la explotación: recolección, tratamientos fitosanitarios, poda, destrucción de restos de poda, etc.

Solamente en olivares muy jóvenes plantados con un marco amplio de plantación, o en determinados olivares de regadío, podría pensarse en la realización de un aumento de densidad, y siempre tras un meditado estudio de la situación, en la que nunca debía de imperar una posible futura ayuda comunitaria al árbol.

## 5.2. Replantaciones

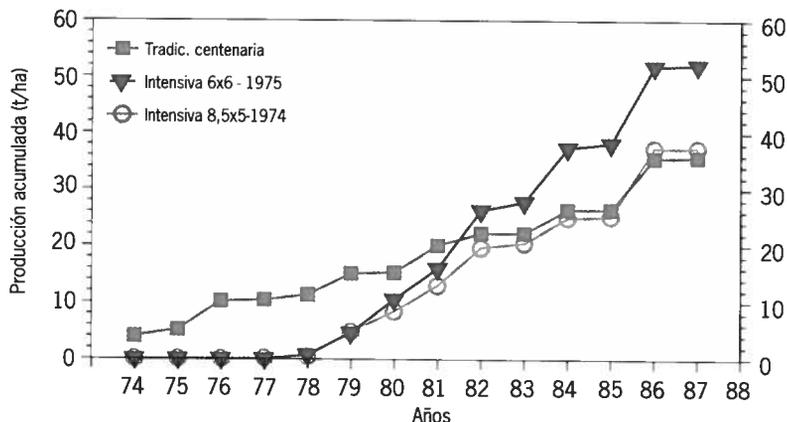
Los métodos de poda de renovación y regeneración permiten casi siempre devolver a nuestro viejo olivar un estado productivo satisfactorio (*Pastor y Humanes, 1996*). Pero encontrándonos en los albores del siglo **XXI**, convendría que recapitésemos sobre la conveniencia económica, a largo plazo, de la aplicación de estas técnicas en olivares excesivamente viejos y deteriorados, en los que las posibilidades de mecanización son muy escasas. Parémonos a pensar lo que ocurriría si una industria de cualquier tipo intentara producir con la maquinaria o tecnología que se empleaba con éxito a principio de siglo. Con toda seguridad que la actividad resultaría antieconómica.

Con visión de futuro debemos pensar que la solución técnicamente más aconsejable podría ser el arranque programado del olivar adulto, siendo este sustituido escalonadamente, para no perder toda la producción, por un olivar de nueva plantación y concebido con arreglo a las modernas tecnologías de producción oleícola, y bien adaptado a la mecanización.

Para contrastar esta hipótesis, en una explotación tradicional de Lucena en la provincia de Córdoba se realizó un seguimiento de las producciones obtenidas en un olivar tradicional centenario, bastante productivo, en el que se aplicaba una correcta poda de

renovación continuada, así como de las cosechas producidas por dos plantaciones intensivas, replantadas sobre un suelo anteriormente ocupado por olivar. En la Figura 5.2. presentamos las producciones acumuladas obtenidas en los tres olivares a los que nos hemos referido anteriormente, observándose que para el período considerado (1974-1987), las plantaciones intensivas han producido una cosecha total acumulada superior a la de la plantación tradicional, a pesar de tener un período improductivo de 4 años. Estos datos nos permiten afirmar que posiblemente el mejor método de reestructuración del olivar es el **arranque programado de la plantación adulta**, realizando una **nueva plantación intensiva** en el terreno que ha quedado libre. La **replantación** es mucho más necesaria cuando el olivar adulto tiene un estado vegetativo defectuoso o cuando las posibilidades de mecanización son inciertas.

**Figura 5.2. En el caso del olivar es factible la replantación inmediatamente después del arranque de una antigua plantación. En el gráfico mostramos las producciones acumuladas obtenidas en la finca La Mora (Lucena-Córdoba), en un olivar centenario muy productivo de la variedad 'Hojiblanca' en el período 1974-1987, y en dos plantaciones intensivas de olivar replantado después del arranque del olivar antiguo. Obsérvese como en el mencionado período, la producción acumulada fue mayor en los dos olivares replantados que en el olivar tradicional.**



Pensemos que a pesar de renovarse correctamente la copa mediante la poda, en una plantación tradicional adulta existen factores limitantes de la **rentabilidad**, tales como: la variedad; la densidad de plantación inadecuada que no permite un óptimo aprovechamiento del medio; o las posibilidades de mecanización de la recogida de frutos, que pueden estar limitadas por factores tales como el excesivo número de troncos, o por el diámetro de dicho tronco, que dificultan el empleo eficaz del vibrador.



Muchos agricultores y técnicos pensaron hace años que la replantación inmediata, en un terreno ocupado anteriormente por olivar, podría plantear problemas **sanitarios** (nematodos, hongos de suelo, etc.) o de **fatiga del suelo** (problema de lento crecimiento y tardía entrada en producción que se produce en algunas especies leñosas cuando se las cultiva en sucesión a una plantación de la misma especie), como ocurre con viñedo, melocotoneros, cerezos, albaricoqueros y otras especies frutales. Sin embargo, observaciones a largo plazo realizadas en diversos olivares replantados parecen despejar alguna de estas dudas (Ferreira, 1981). En la Tabla 5.1. presentamos las producciones medias de diversos olivares jóvenes de Andalucía, tanto en plantación en suelo que no había sido olivar como en replantación, donde se observa que la entrada en producción fue también bastante precoz en los olivos de la replantación, siendo equíparas las producciones medias obtenidas.

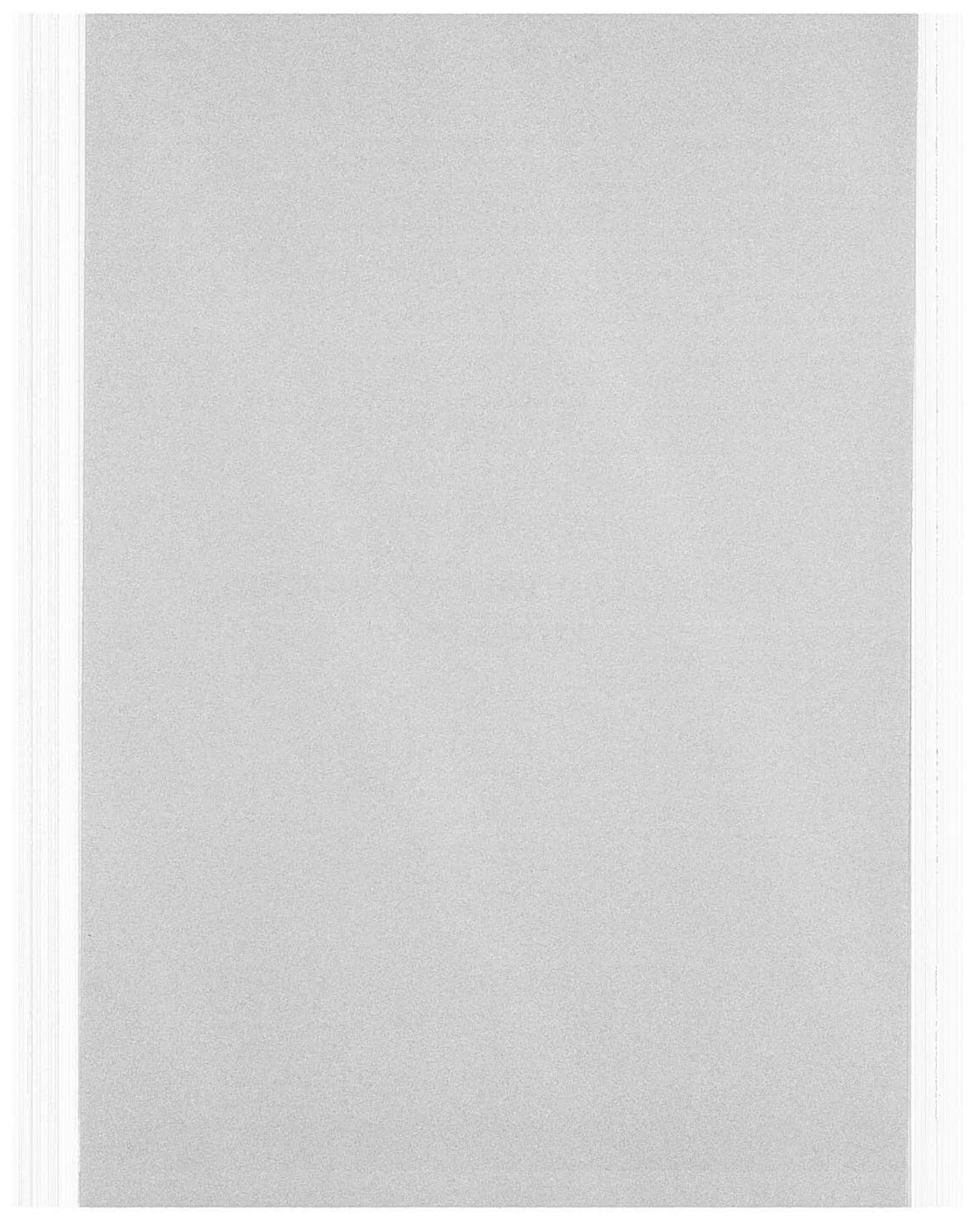
**Tabla 5.1. Producciones medias de aceitunas en plantaciones intensivas realizadas en suelo no olivarero o replantación inmediatamente después de haberse arrancado un olivar en las Provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla (Datos de Explotaciones Olivareras Colaboradoras. Plan de Reconversión del Olivar).**

| Plantaciones nuevas        |                  |                  | Replantaciones   |                  |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Años después de plantación | Número de fincas | Producción kg/ha | Número de fincas | Producción kg/ha |
| 3                          | 22               | 989              | 5                | 691              |
| 4                          | 26               | 1,544            | 12               | 1,890            |
| 5                          | 25               | 3,334            | 12               | 3,372            |
| 6                          | 22               | 3,017            | 12               | 3,236            |
| 7                          | 19               | 3,723            | 6                | 2,615            |
| 8                          | 13               | 4,449            | 5                | 5,402            |
| 9                          | 7                | 3,865            | 4                | 5,235            |
| 10                         | 5                | 4,590            | 3                | 8,065            |

Fuente: Ferreira (1981).



## **6. PODA DEL OLIVO EN PLANTACIÓN INTENSIVA**



## 6. PODA DEL OLIVO EN PLANTACIÓN INTENSIVA

### 6.1. Poda de formación del olivo

Se entiende por poda de formación a la serie de operaciones realizadas sobre los árboles durante los primeros años de su vida, por las que se modifica la forma natural de su vegetación, vigorizando o restringiendo el desarrollo de las ramas con la finalidad de darles forma y conseguir la máxima productividad. Los objetivos de la poda de formación son los siguientes:

- a) Crear un armazón o esqueleto robusto compatible con el marco de plantación elegido, esqueleto que en un futuro próximo será el soporte de los órganos vegetativos, así como de la cosecha durante la vida productiva del árbol.
- b) Posibilitar la mecanización integral del cultivo, teniendo en cuenta que en el estado actual de conocimientos la mecanización de la recolección de aceituna debe resolverse mediante el empleo de vibradores de tronco, máquinas cuyo rendimiento se ve muy afectado por el **número de troncos** de los olivos, que limitan el número de plantas recolectadas en una jornada de trabajo; y por la **estructura de los árboles** que afecta al porcentaje de frutos derribados por el vibrador en cada intervención.

En la poda de formación es importante respetar la tendencia natural de esta especie, y de cada variedad en particular. *Morettini (1972)* demostró que en olivar siempre son aconsejables las formas libres, ya que las formas obligadas, como la **palmeta**, disminuyen la velocidad de crecimiento de los árboles, retrasan la entrada en fructificación y reducen a corto plazo la producción de la plantación y su potencial productivo, ya que para obtener estas formas es necesario realizar podas severas y minuciosas, en especial durante los primeros años, lo que desequilibra el olivo al reducir la relación hoja/raíz. Además, estas formas obligadas son muy costosas de obtener y mantener, ya que demandan una gran cantidad de mano de obra altamente especializada, no disponible en la mayoría de los casos.

En cuanto a la correcta elección del binomio **densidad-sistema de formación**, la información disponible aconseja, como ya se ha dicho en el Capítulo 4, emplear en secanos frescos densidades comprendidas entre 200 y 300 olivos/ha, y árboles formados con un solo tronco. De esta forma respetaríamos la tendencia de la Olivicultura Tradicional de Andalucía, 70-100 olivos/ha de tres troncos, por lo que para un mismo número de troncos por hectárea podríamos tener un potencial productivo mayor.

Si el agricultor, por razón de gusto personal, no desea la formación de los olivos con un solo tronco, lo que es frecuente en algunas zonas de Andalucía, es preferible que emplee las densidades tradicionales (100 olivos/ha). En este caso nunca sería

aconsejable más de 2 troncos por olivo, por razones obvias de facilitar la mecanización de la recolección utilizando vibradores de troncos.

Una vez decididos por un marco de plantación determinado y por el sistema de formación, el agricultor elegirá cuidadosamente el tipo de planta que debe emplear en su plantación, procurando, como ya hemos dicho, que ya desde el vivero el árbol venga preformado, si es que se ha decidido por la formación con un solo tronco. La técnica de plantación es igualmente muy importante, y facilitará la futura formación de los árboles.

#### 6.1.1. Poda de formación en plantaciones tradicionales

Los sistemas de poda de formación que se siguieron en la **olivicultura tradicional** son muy conocidos por todos los olivieros, estando perfectamente descritos en los tratados clásicos de olivicultura por diferentes autores (*Roventini, 1936; Pansiot y Rebour, 1961; Cadahía Cicuendez, 1972; Morettini, 1972; Loussert y Brousse, 1980; Fontanazza, 1984; Pastor y Humanes, 1996*). Con estos sistemas de conducción se pretendió obtener un máximo volumen de copa en un corto período de tiempo, lo cual es muy importante en el caso de olivares plantados con amplios marcos de plantación, pero carece de interés en el caso de la actual moderna olivicultura intensiva mecanizable.

#### 6.1.2. Poda de formación de plantaciones intensivas

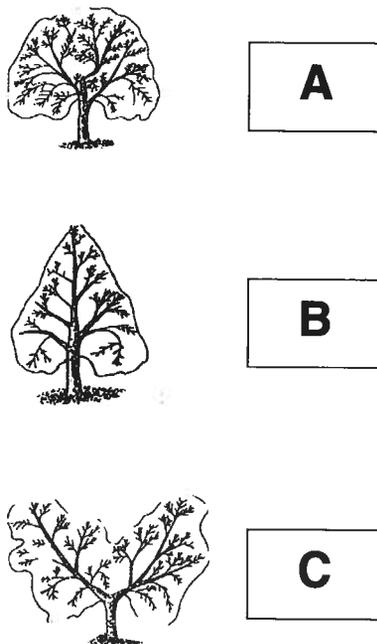
Los sistemas de poda de formación aplicables a las plantaciones densas deben ser totalmente **diferentes** de los empleados en la olivicultura tradicional. Se procurará obtener formas que permitan un rápido y óptimo aprovechamiento del medio productivo, y en especial de la radiación solar, ya que en plantaciones densas, cuando se alcanza el período adulto de la plantación, y con él un gran volumen de copa, el sombreado entre árboles puede ser el factor limitante de la producción. La formación con un solo tronco es fundamental, ya que esta forma de conducción facilita el empleo de los vibradores de troncos, mejorando la transmisión del movimiento vibratorio y permitiendo recolectar un mayor número de olivos por unidad de tiempo.

Por otro lado, las formas con un solo tronco dan lugar a árboles que adoptan una forma menos expandida, con menor volumen de copa para una misma masa de hojas, lo cual es muy importante en una plantación densa, pues permite aprovechar mejor el limitado espacio disponible.

En España y otros países mediterráneos nos inclinamos por las **formas libres en vaso** (Figura 6.1. A), sobre un único tronco (*Pastor y Humanes, 1996*), que proporcionan producciones precoces y abundantes, y que demandan mano de obra poco especializada. Sin embargo, algunos especialistas en Italia (*Fontanazza, 1984*) recomiendan

la forma en **Monocono** (Figura 6.1. B), forma cónica relativamente libre, con las ramas distribuidas helicoidalmente e insertadas a lo largo de un único eje central. Para la obtención de esta forma, es necesario, además de una mano de obra muy especializada y una gran número de horas de trabajo por hectárea, la utilización de un tutor de grandes dimensiones, tanto en diámetro como en altura, ya que el brote terminal del olivo debe ser mantenido permanentemente en posición vertical, para que así ejerza un control sobre el desarrollo de las ramas insertas en posiciones inferiores (**función cima**), aspecto de gran importancia para la viabilidad de este sistema de conducción. Mediante esta forma se pretende aumentar el porcentaje de frutos derribado por el vibrador, así como aumentar la eficiencia en el uso de la luz.

**Figura 6.1. Sistemas de poda de formación que pueden emplearse en plantaciones intensivas de olivar: Vaso libre (A), Monocono (B) e Ypsilon (C).**

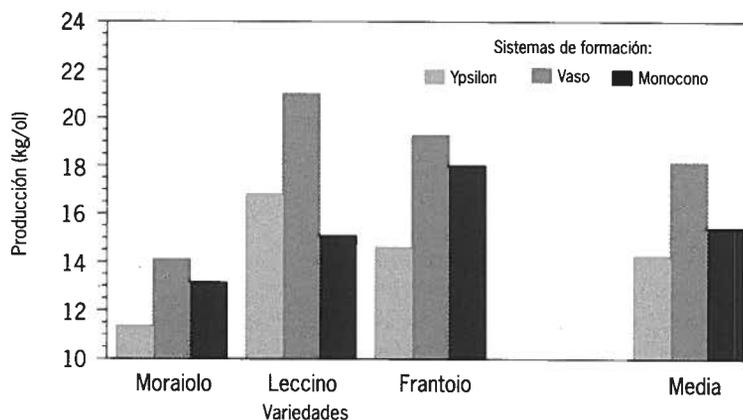


Otros autores italianos (*Braconi, 1984*) proponen la formación en **Y (Ypsilon)** (Figura 6.1. C), forma plana cuyo armazón está compuesto por un único tronco y dos ramas principales insertas a igual altura formando una **V** (con un ángulo de unos 60°). Según el mencionado autor esta forma se obtiene descabezando el olivo recién plantado a la altura a la que se desea formar la cruz, dejándolo crecer libremente los primeros 2-3 años (en las condiciones de la Italia Central), y transcurrido este tiempo (que en zonas cálidas sería más

corto), se elegirán las dos ramas mejor desarrolladas, de forma que se orienten hacia el exterior de la calle ancha, dando por sentado el autor que en este caso se utilizará un marco de plantación rectangular. Para que esta forma pueda ser conseguida, es imprescindible la colocación de dos tutores robustos cruzados, formando un caballete. Tras un crecimiento inicialmente libre, se obtiene inicialmente una forma casi plana, con sección transversal elíptica alargada. Tiene una vital importancia la correcta inclinación de las dos ramas principales, lo que evitará la emisión de chupones en su interior.

Tratando de obtener una información fiable sobre la forma más idónea de conducir las plantas en las nuevas plantaciones de olivar, *Parlati et al. (1995)* plantearon en 1986 un ensayo en la localidad de Canneto (Italia Central), en el que para las tres variedades más cultivadas en la región: 'Moraiolo', 'Frantoio' y 'Leccino', compararon los tres sistemas de poda de formación anteriormente presentados: **Vaso libre**, **Ypsilon** y **Monocono** (Figura 6.1.). El marco de plantación empleado fue 5x5 metros. En todos los casos se partió de plantas formadas con un único tronco en vivero, de 1,5 años de edad y una altura de 1,2-1,40 m. En la Figura 6.2. presentamos las producciones medias obtenidas en el quinquenio 1989-1993, en la que vemos que para las tres variedades la forma en **Vaso libre** es la que proporcionó una mayor producción media, siendo la forma en **Ypsilon** con la que se obtuvo una menor producción. Con respecto al **Vaso**, en la forma en **Ypsilon** la pérdida media de producción fue del 21%, mientras que en **Monocono** se perdió un 15%. Los mencionados autores presentan igualmente datos de volúmenes de copa de los olivos en 1994, mostrando que los árboles formados en **Vaso** tuvieron un mayor crecimiento que los formados en **Ypsilon** y estos mayor que los formados en **Monocono**.

**Figura 6.2. Resultados de un ensayo de sistemas de poda de formación (vaso, Ypsilon y monocono) realizado en Italia Central empleando tres de las variedades más cultivadas en ese país. La forma en vaso es la que parece más interesante en todas las variedades. Este sistema de formación con un solo tronco es el que está siendo recomendado por los técnicos de la Consejería de Agricultura y Pesca.**



Parlati et al. (1995)



Trabajos también realizados en Italia (*Proietti et al., 1991; Angeli et al., 1995*) no han podido tampoco demostrar la mayor eficacia del **Monocono** con respecto a la forma en **Vaso libre**, bajo ninguno de los dos aspectos que se pretendieron conseguir: mayor producción y mayor eficacia en el derribo de aceitunas con vibrador, aumentando la inversión en el momento de la plantación, ya que es necesario utilizar postes, tutores de gran tamaño, tendido de alambres, etc., que no son necesarios en la forma libre, así como la demanda de podadores altamente cualificados cada vez más escasos en las zonas olivareras. Además, en las zonas cálidas meridionales, la copa cónica es difícil de mantener, ya que la tendencia natural de la especie es hacia la forma esférica, especialmente cuando se interviene escasamente con la poda, lo que siempre es recomendable en el período adulto-joven de la plantación.

### 6.1.3. Poda de formación en el vivero

Una planta de vivero, preformada y de buena calidad, es el punto de partida para poder obtener una plantación productiva, mecanizable y rentable.

A la hora de elegir el tipo de planta a utilizar, existen dos posibilidades: a) estacas gruesas o garrotos enraizados en bolsas de polietileno u otro tipo de material plástico; b) estaquillas semileñosas autoenraizadas bajo nebulización en invernadero, y posteriormente criadas en bolsas de pequeño tamaño. Como vimos en el capítulo 3 (apartado 3.2.1.), siempre es preferible emplear este segundo tipo de plantas.

Pero sea cual sea el método de multiplicación empleado, si nos decidimos por la formación con un solo tronco, debe exigirse al viverista una planta formada también con un único tronco, joven, vigorosa y con un desarrollo adecuado (mínimo 1,00 m), con crecimiento activo y no endurecida, para lo cual no debe haber comenzado su envejecimiento debido a una insuficiente capacidad de la maceta o contenedor de crianza. El viverista debería haber eliminado ya las bifurcaciones bajas vigorosas, sin haber **pelado** excesivamente el tronco, respetando las hojas o brotes débiles y poco desarrollados presentes sobre el mismo.

Si la planta viene del vivero con varios troncos, formando una **mata**, lo cual es frecuente si se han enraizado estacas de madera gruesa, el propio agricultor antes de plantar elegirá el *pie* más vigoroso, eliminando los restantes, procediendo en las demás operaciones como si de una planta de **nebulización** se tratase. Se vigilará que las plantas estén totalmente sanas, rechazando plantas atacadas de acariosis, prays, glifodes y sobre todo verticilosis y tuberculosis. Ensayos de campo y la experiencia ya de muchos años han demostrado la conveniencia por decidirse por las plantas de **nebulización**.

En el traslado de las plantas desde el vivero al terreno de asiento se cubrirán con un toldo, sobre todo cuando se emplea el camión como medio de transporte, lo que evitará la deshidratación y posterior secado de los brotes tiernos, que dificultaría la formación de los árboles y retrasarían el crecimiento de los plantones tras su colocación en el terreno de asiento.

#### 6.1.4. Actuaciones durante los dos primeros años

Una vez realizada la plantación, solamente se eliminarán las brotaciones o varetas emergidas directamente sobre el tronco, y no se realizará otro tipo de intervención hasta el principio del verano siguiente a la plantación, procurando durante este tiempo que las plantas queden siempre bien sujetas al tutor y en posición vertical. La eliminación de las posibles brotaciones del tronco se hará sin ayuda de ningún utensilio cortante, para lo que es necesario que estén muy poco desarrolladas y herbáceas, sin lignificar. Si las varetas están demasiado lignificadas y necesitamos unas tijeras o una navaja para cortarlas, ya hemos llegado demasiado tarde, pero habrá que eliminarlas cuanto antes.



▲ Fotografía 6.1. Olivo de un año de edad, ya formado, en el que se ha empleado una correcta metodología de plantación en casi todos sus aspectos: elección del tipo de planta, colocación del tutor y formación de la cruz. La aparición de brotaciones bajas vigorosas sobre el tronco, y por debajo de la cruz, estropean un trabajo bien hecho.

A partir del verano, y ya cada 1 ó 2 meses, daremos un rápido repaso de poda a la plantación. En este repaso se realizarán simultáneamente las siguientes operaciones:

- Revisar, reponer y aumentar el número de ataduras al tutor, manteniendo siempre la planta en posición vertical.
- Eliminar las varetas y ramas bajas, insertas por debajo de la **futura cruz**, que se situará al menos a 0,8 m sobre el suelo, no haciéndolo de un modo drástico, sino escalonadamente, comenzando por las ramitas más vigorosas y con tendencia a la verticalidad.
- En la copa, en principio no realizar **ningún tipo de cortes ni pinzamientos**, favoreciendo la formación de una bola, esperando que con el tiempo la propia planta nos indique cuales serán las 2 ó 3 ramas más vigorosas, que serán las futuras ramas principales, pero sin realizar todavía ningún tipo de intervención severa.
- Cuando la planta tenga aproximadamente de 0,80-1,20 m sobre el suelo se realizará la última atadura al tutor, punto a partir del cual se formará por sí sola la **futura cruz** del olivo.
- Vigilar que las ataduras o el propio tutor no causen estrangulamientos o heridas a las plantas, eliminando dichas ataduras y reponiéndolas cada cierto tiempo si no se ha empleado material degradable. Vigilar igualmente la posición relativa planta/tutor en relación con los vientos dominantes.
- Se realizará un control exhaustivo de plagas y enfermedades, llevando a cabo un calendario riguroso de tratamientos durante los años de crianza de la plantación, adelantándonos siempre a la presentación del problema, ya que eventuales ataques de prays, glifodes o acariosis pueden estropear el trabajo realizado con anterioridad. El abichado (**Euzophera pingüis**), si no es bien controlado, puede causar la muerte de muchos de los olivos de la plantación.

La forma de actuación presentada anteriormente ha sido discutida por multitud de técnicos y agricultores, existiendo voces que se inclinan por intervenciones de poda desde los primeros años, para formar el árbol como si de un frutal se tratase desde el momento de la plantación. Muy ilustrativo es el experimento realizado por *Hartmann et al. (1960)* en California (USA) en un olivar de riego de la variedad 'Mission' plantado en 1949 a marco 10,6x10,6 m empleando plántones de un solo tronco. Los autores aplicaron dos podas de formación diferentes: a) poda anual a partir del primer año, formando un esqueleto con 3 a 5 ramas principales bien escalonadas a lo largo del tronco y colocadas espacialmente en todas las direcciones; y b) sin poda de formación en los primeros años (sólo se eliminaron las brotaciones bajas insertas en el tronco), hasta que los árboles no entraron en producción (4º año), momento en el que en una única intervención se dejan entre 3 y 5 ramas, eliminando las restantes.

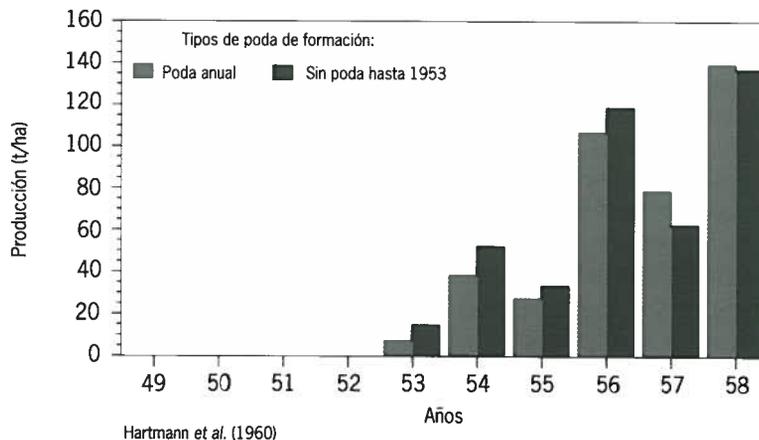
En la Figura 6.3. presentamos los resultados obtenidos en el ensayo, en donde se ponen de manifiesto las pérdidas de cosecha que la poda realizada en el período improductivo de la plantación trae consigo, observándose que en la primera cosecha (1953) los árboles podados desde la plantación produjeron la casi mitad que los que no se habían

podado hasta ese momento. En las tres primeras cosechas (1953 a 1955) los olivos menos podados fueron los más productivos, mientras que una vez alcanzado el período adulto de la plantación se igualan las producciones obtenidas en ambos tipos de poda. Recordemos que son las primeras cosechas las que en mayor medida influyen en la rentabilidad de la plantación, contribuyendo a amortizar cuanto antes la inversión realizada. Estos resultados avalan la forma de actuación propuesta anteriormente y nos muestran el modelo de actuación a seguir, que presentamos a continuación.



▲ Fotografía 6.2. Panorámica de una excelente plantación de olivar intensivo de la variedad 'Picual' con riego por goteo en la comarca de Estepa en la provincia de Sevilla.

**Figura 6.3. Resumen de un ensayo de poda de producción realizado por Hartmann et al. (1960) en olivar de riego variedad 'Gordal' en California. A medida en que se redujo la intensidad de la poda las producciones de aceitunas fueron mayores.**



#### 6.1.5. Modelo de árbol

Si se ha procedido como se ha indicado anteriormente, y si el crecimiento de la plantación es vigoroso, al segundo o tercer año, una vez que los árboles nos han dado las primeras aceitunas, ya podremos realizar alguna intervención de poda que organice la copa del árbol y seleccione las futuras ramas principales, **siempre con actuaciones de moderada intensidad**. El esqueleto propuesto es el siguiente:

- Planta de **un solo tronco**, vertical, con altura de **cruz entre 0,80 y 1,20 m sobre la superficie del suelo**.
- Copa armada sobre un máximo de **3 ramas principales o 2 ramas bifurcadas dicotómicamente**.

A esta estructura se llegará sin intervenciones drásticas de poda que desequilibren la copa del árbol, de una forma escalonada, con 2 ó 3 intervenciones muy suaves anuales. No son admisibles podas de formación que al eliminar una parte importante del árbol ocasionen un desequilibrio en la relación hoja/raíz, debilitando la planta, disminuyendo su crecimiento y retrasando la entrada en producción.

Cuando el tronco pueda mantener la copa por sí mismo se eliminarán los tutores y las ligaduras, no permitiendo brotaciones de ningún tipo por debajo de la cruz.

Si se han seguido las indicaciones anteriores, un árbol formado de este modo necesitará escasas intervenciones de poda durante el período joven, hasta el momento en que se alcanzara el máximo volumen de copa compatible con el medio en que vegeta la plantación.

#### 6.1.6. Transformación de formas arbustivas en árboles de un solo tronco

Si se han empleado estacas gruesas enraizadas para realizar la plantación, y **los olivos no se han formado previamente con un solo tronco**, es normal que poco tiempo después tengamos una **mata** con multitud de brotes vigorosos o troncos. **Siempre es posible transformar estas matas en árboles de un solo tronco**, aunque estas matas ya hayan alcanzado un gran desarrollo, o exista un gran número de troncos.

La forma más correcta de actuación en plantas jóvenes es elegir el tronco más erecto y vigoroso, procurando elegir el que tenga que recibir un mínimo número de heridas de poda, y se eliminarán el resto de los pies. Del tronco definitivo se cortarán todas las brotaciones vigorosas presentes por debajo de 0,8 a 1,0 m, dejando solo las ramas poco desarrolladas y sin brotes verticales. Se colocará igualmente un tutor de madera, grueso y puntiagudo para poder clavarlo en el suelo, procurando que sobresalga 1,20 m sobre la superficie del terreno. El tronco se atará al tutor, tal como se dijo anteriormente. La eliminación de los restantes pies de la mata se hará por debajo de la superficie del suelo.

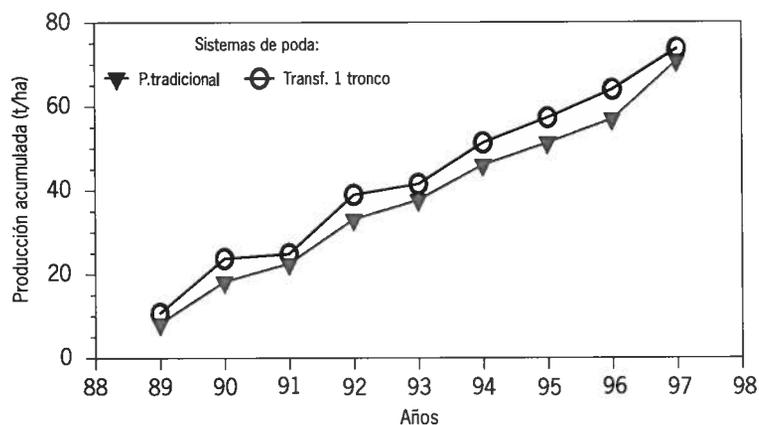
Durante los meses y años que siguen a la transformación de la **mata** en árbol de un solo tronco, se eliminarán sistemáticamente las brotaciones producidas en el suelo o sobre el tronco, cuando todavía están **tiernas** y poco desarrolladas, procediéndose en todos los aspectos de la formación a lo especificado en el caso de plantas procedentes de **nebulización**.

Si por desconocimiento se ha dado lugar a la formación de una mata de gran desarrollo, o el agricultor ha iniciado una poda de formación hacia una forma tradicional con varios troncos (garrote o estaca), no hay por qué preocuparse, pues la transformación a árbol de un solo tronco, como ya se ha dicho, en **olivar siempre es posible**, incluso en árboles de cierta edad que han sido formados a estilo tradicional, lo que puede hacerse sin pérdidas de producción, incluso a corto plazo.

Un procedimiento puede ser dejar directamente el tronco o pie principal, eliminando los restantes. Otra, hacerlo de una forma escalonada, lentamente, de modo que en 3 ó 4 años los olivos queden con un solo tronco. A medio plazo (4-5 cosechas) ambas soluciones proporcionan una producción acumulada muy similar (*Pastor y Humanes, 1996*). Sin embargo, los árboles se forman mejor y con un sistema radicular más equilibrado cuando se llevan directamente a un solo tronco en la primera intervención de poda, por lo que nos inclinamos por esta opción.

La transformación de árboles **formados con tres troncos** en árboles con un sólo tronco, es siempre factible, eligiendo como **pié de vida** el más vigoroso, que suele ser el más vertical, **castigando** paulatinamente los otros dos para dar mayor espacio e iluminación al pié definitivo, hasta la eliminación total de estos dos últimos en las podas sucesivas. Se respetarán aquellas brotaciones que se produzcan de forma espontánea a la altura de la cruz, en la zona desprovista de vegetación, o que se provoquen mediante incisiones en el interior del árbol. Son ilustrativos los datos presentados en la Figura 6.4 en la que mostramos los datos de producción acumulada de un ensayo de 10 años de duración realizado en Gilena (Sevilla) en el que partiendo de árboles con riego de apoyo de la variedad 'Manzanilla' de unos 13 años de edad plantados a marco 9x3,5 m y formados con 4-5 troncos (sistema clásico de **garrote andaluz**), se planteó la transformación en 4-5 años en árboles de un solo tronco. Como vemos en la mencionada Figura, la transformación ha sido posible sin pérdida de producción, incluso en los primeros años, y aunque las diferencias observadas no han resultado ser significativas, la producción media de los 9 años (1989-1997) en los árboles transformados en un solo tronco (8.186 Kg/ha) ha sido incluso superior a la de los olivos en forma tradicional con varios troncos (7.864 Kg/ha).

**Figura 6.4. En olivares formados con varios troncos por olivo siempre es posible, sin perder producción, la transformación en árboles de un solo tronco, pensando en la mecanización de la recolección de las aceitunas con el vibrador. El secreto es la dosificación de la poda en el transcurso de los años. Se presentan datos de un ensayo realizado durante 10 años en un olivar adulto intensivo (317 olivos/ha) de la variedad 'Manzanilla' formado con 3-4 troncos. La producción en los árboles de un tronco fue incluso mayor.**



## 6.2. Poda de producción

### 6.2.1. Concepto de poda de producción y mantenimiento

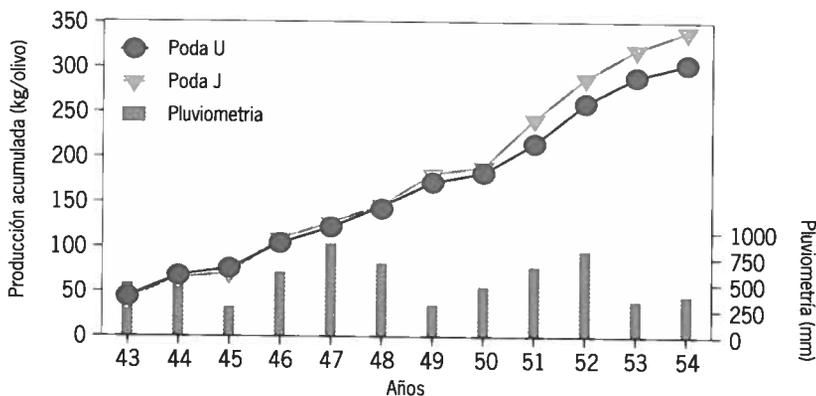
Una vez concluida la fase de formación de los olivos, si ésta ha sido correcta, es aconsejable intervenir con la poda con la menor intensidad posible, sobre todo en las plantaciones de regadío y en las de secano en zonas con buena pluviometría media o en condiciones normales de cultivo en los años lluviosos. En esta situación mantener árboles con mayor desarrollo y cantidad de hoja permitirá interceptar una mayor cantidad de radiación, lo que sin duda se traducirá en un aumento de las producciones.

Producir frutos de buena calidad y alto rendimiento graso debe ser otro de los objetivos prioritarios a alcanzar mediante la poda.

Las podas realizadas en la fase adulta-joven de la vida del árbol deberán alargar al máximo el período productivo, al término del cual el olivo demandará su rejuvenecimiento. Muchos sistemas de poda, de uso frecuente en nuestra zona olivarera, van contra la tendencia natural de la especie, siendo frecuente la utilización de prácticas rutinarias y abusivas que acortan en exceso el período adulto productivo de la plantación, practicando **afraíladados** y podas excesivamente severas en árboles jóvenes cuando aún se encuentran en pleno vigor vegetativo y con un buen potencial productivo. Estas prácticas aceleran el proceso de envejecimiento de los árboles. Toda práctica que reduzca, sin necesidad y en exceso, el volumen de copa de los árboles, que desequilibre la relación hoja/madera, o que

exponga las ramas a la acción directa de los rayos solares, siempre debe ser cuestionada. Árboles que tienen una producción regular en el tiempo, frondosos, y que anualmente producen brotes de suficiente longitud, aunque sus ramas sean ya gruesas, necesitan escasas o poco severas intervenciones de poda, siendo suficiente con realizar leves intervenciones que mejoren la aireación e iluminación dentro de la copa. En los pasados años de sequía hemos presenciado la realización de podas severísimas, tratando con ello los podadores de adaptar los árboles a las escasas disponibilidades de agua, lo cual ha llevado a la desvitalización de muchas plantaciones. La recuperación de los olivos, una vez superada la sequía, ha sido mucho mejor en los olivares que se habían podado con menor intensidad, permitiendo obtener posteriormente cosechas mucho mayores. Este hecho fue documentado asimismo por Ortega Nieto en un ensayo realizado en Jaén durante más de 10 años, en el que observó (Figura 6.5.) como podas poco severas acaban proporcionado unas mayores producciones medias, y en los años secos pueden tolerar mejor la sequía, al evitar el deterioro de las **maderas** por la acción directa de los rayos de sol sobre ellas.

**Figura 6.5. Resultados de un ensayo realizado por Ortega Nieto en Jaén, en el que comparó a largo plazo los efectos de la poda practicada en Ubeda (Poda U) y la poda realizada en Jaén capital (Poda J). El mantenimiento permanentemente de árboles de mayor tamaño (Poda J) permitió sensibles aumentos de producción, con respecto a la poda U (que reduce drásticamente el volumen de copa), incluso en los años secos.**



Es importantísimo conseguir que los olivos alcancen en el período de tiempo más corto posible el **volumen de copa óptimo productivo por hectárea**, característico del medio (suelo + pluviometría + clima) en el que vegeta la plantación, volumen que cuando la plantación ha alcanzado su óptimo desarrollo es constante e independiente de la densidad de plantación. Cuando las plantas alcanzan este **volumen óptimo** se obtendrán las máximas cosechas, siendo además estas de buena calidad. Si por desconocimiento o descuido del podador se llegase a superar el **volumen de copa óptimo** que el medio es capaz de mantener, se producirán problemas como consecuencia de un mayor déficit hídrico estival, observándose caída de frutos y defoliaciones que ocasionan un brusco descenso en la relación hoja-madera, así



como otros efectos negativos que a corto y medio plazo pueden afectar a la producción y la rentabilidad de la plantación.

Es labor fundamental del podador, y por qué no del olivarero, la vigilancia del correcto desarrollo de los árboles, y mediante la oportuna dosificación de la poda, único método disponible para controlar el crecimiento de los árboles, mantener el óptimo volumen de copa y el equilibrio entre la fructificación y el crecimiento, que normalmente se da en árboles con una alta relación hoja-madera, lo que el buen podador consigue normalmente de forma intuitiva, aunque la intuición podría sustituirse por elementales medidas de campo que nos permitan estimar el volumen de copa real de nuestra plantación.

En el capítulo 7 proponemos un modelo de manejo de las plantaciones con la poda, de modo que la comparación del volumen determinado en el campo con el **volumen óptimo productivo** del medio en que vegeta nuestro olivar podría proporcionarnos una información útil que nos permite decidir la intensidad y tipo de poda que debemos aplicar en el futuro.

En el olivo, la fructificación es un fenómeno de superficie y las producciones se localizan en los brotes producidos en la estación de crecimiento anterior, por lo que en el transcurso de los años poco a poco va alejándose del suelo la superficie externa iluminada, ocupando el espacio que le rodea al mismo tiempo que los árboles se cargan de madera. Este problema suele presentarse más frecuentemente en las plantaciones densas, denominadas **intensivas** por el olivarero, ya que el espacio que rodea al árbol es más limitado que en la plantación con marco amplio, por lo que en el transcurso de los años pueden producirse sombreamientos y plantearse mayores problemas de competencia por la luz entre las distintas partes del árbol y entre los distintos árboles que constituyen el olivar. Por esta razón puede limitarse la superficie foliar bien iluminada, reduciéndose la cantidad total de radiación interceptada por los árboles, provocando además el alejamiento del suelo de la superficie productiva, lo que trae consigo una merma de producción, debido probablemente a que es necesario mantener una mayor cantidad de madera, en lo que se consumen parte de los asimilados fotosintetizados por las hojas. Además, los costes de cultivo son mayores, en especial el de recolección, sobre todo si ésta se realiza manualmente, lo que en ocasiones podría resultar imposible, teniendo que recurrirse a la recolección desde el suelo, una vez que las aceitunas han caído al suelo de forma natural. Este hecho, frecuente en determinadas zonas de producción, puede hacer que la plantación además de poco productiva deje de ser económicamente rentable.

#### 6.2.2. Realización de la poda de producción

Los cortes de poda de producción tenderán a eliminar ramas completas, de tercero o cuarto orden, y siempre que se pueda cortando por su inserción con las de orden inferior, suprimiendo los **chupones** grandes, poco productivos, que tienden a dominar y a arruinar vegetativamente la rama sobre la que han brotado, absorbiendo gran cantidad de asimilados, sombreando además las ramas inferiores. Nunca se eliminarán todos los **chupones**, procurando dejar los más débiles o las brotaciones poco vigorosas que están en el interior del árbol, cuya misión fundamental es sombrear las **made-**

**ras** que constituyen el esqueleto del olivo, evitando así brotaciones vigorosas innecesarias como consecuencia de los cortes efectuados, así como las quemaduras en las ramas principales y en los troncos debidas a la acción directa de los rayos solares.

Igualmente deben suprimirse o acortarse las ramas excesivamente bajas en las que la iluminación es insuficiente, o aquellas que dificultan la realización de determinadas operaciones culturales, entre ellas la recolección. En las zonas próximas al suelo y en los interiores del árbol, así como en las zonas con vegetación, espesa y mal iluminada es donde normalmente se producen los frutos más pequeños y con menor rendimiento graso (*Ortega Nieto, 1969*). Además, en este tipo de ramas se transmite bastante mal la vibración por lo que en la recolección mecánica se obtiene en ellas un bajo porcentaje de derribo de las aceitunas, por lo que su modificación mediante la poda puede mejorar la aptitud del árbol a la recolección mecánica.

Las intervenciones de poda deben proporcionar el máximo aprovechamiento de la luz. Para un determinado volumen de copa, la forma esférica, a la que tiende de forma natural el olivo sin podar, proporciona la mínima superficie externa de fructificación. Como ya se ha dicho, la cosecha se concentra anualmente en la superficie de copa iluminada, sobre los crecimientos del año anterior, por lo que interesa conseguir copas con formas lobuladas, con entrantes y salientes y relativamente huecas en su interior, que a igual volumen teórico proporcionarán una mayor superficie de fructificación correctamente iluminada, y por tanto una mayor producción. Los frutos obtenidos en las zonas mejor iluminadas son los de mejor calidad, con un mayor tamaño y rendimiento graso (*Ortega Nieto, 1969*).

Debe procurarse el equilibrio entre las ramas que forman el esqueleto del árbol, evitando la dominancia de unas sobre las otras, procurando, mediante los cortes de aclareo, la correcta iluminación del interior de la copa.

Igualmente deben evitarse aclareos excesivamente intensos de ramas finas, lo que se realiza muy frecuentemente en muchas de las zonas productoras de aceituna de mesa, ya que este tipo de podas severas disminuyen la relación hoja-madera, lo que trae consigo mermas de producción y desequilibrios en el árbol, con tendencia a la formación de ramos de madera y **chupones** muy vigorosos, lo que conduce finalmente al envejecimiento prematuro de la rama en la que se insertan, y a la pérdida de potencial productivo. A este respecto, diferentes ensayos de poda de producción realizados en Sevilla, durante 10 años por técnicos de la Estación de Olivicultura de Jaén (*Pastor y Humanes, 1996*) en olivares de secano de las variedades 'Gordal' y 'Manzanilla', mostraron que no es conveniente ni rentable la realización de aclareos severos de copa, pues ello proporcionó pérdidas medias de producción entre el 8 y el 15% con respecto a los olivos con aclareo mínimo, obteniéndose en todos los casos cosechas con similar valor comercial. Como es natural, las podas con aclareos intensos de ramas finas tienen un altísimo coste económico debido a la gran cantidad de mano de obra que demandan, pudiéndose hablar de costes tres o cuatro veces mayores que en el caso de una poda de producción practicada en el olivar de almazara.

### 6.2.3. Mejora del tamaño del fruto y del rendimiento graso de la aceituna

En olivar de aceituna de mesa el tamaño del fruto producido tiene una gran importancia, ya que el precio depende exclusivamente del peso medio de la aceituna y de nada serviría obtener una gran cosecha, si una gran proporción de los frutos no alcanzan un calibre dentro de los límites fijados por el mercado (**destrío**), ya que el coste de recolección de estos frutos podría ser más alto que el precio de venta, pues una vez separados por cribado tendrían que ser destinados a su molturación en verde para extracción de aceite, en un momento en el que tienen un rendimiento graso muy bajo. Los calibres comerciales admitidos por el mercado para 'Manzanilla' y 'Hojiblanca' son los superiores a 410 frutos/Kg y los superiores a 240 frutos/Kg para la variedad 'Gordal'.

En el olivar de almazara es igualmente interesante obtener frutos de buen tamaño, ya que al aumentar el calibre del fruto aumenta también el rendimiento graso de las aceitunas, determinándose el precio de las mismas en función del rendimiento graso obtenido.

La gran mayoría del aceite producido por un fruto se encuentra contenido en la pulpa, mientras que el hueso y la semilla solamente aportan una pequeña cantidad del aceite total de la aceituna. Si tenemos en cuenta que el peso de pulpa aumenta al aumentar el tamaño del fruto, y que el peso del hueso es relativamente constante para los diversos tamaños de fruto, es fácil de entender la gran importancia que también tiene en el olivar de almazara la obtención de frutos de buen tamaño, ya que de ello dependerá la obtención de un alto rendimiento graso, y en definitiva de un buen precio.

Debemos tener también en cuenta que la cosecha de un árbol está determinada por el producto del número total de frutos producidos por el tamaño medio de la aceituna en el momento de la recolección. Por esta razón es posible conseguir altas producciones a partir de un **moderado número de frutos cuajados por árbol**, lo que permite obtener aceitunas de buen tamaño y una cosecha de alto valor comercial, preferible a la alternativa **gran número de frutos cuajados con pequeño calibre en recolección**. Esta segunda alternativa además de proporcionar una cosecha con un bajo valor unitario, posiblemente desencadenará o incrementará el fenómeno de la alternancia de producción.

Una gran producción de aceitunas puede determinar unos reducidos crecimientos vegetativos de los ramos fructíferos a partir del momento del cuajado del fruto, mientras que en el año de **descarga**, o de baja producción, es normal que se obtengan grandes crecimientos vegetativos, observándose crecimiento incluso durante el verano. El hecho de producirse una reducción del crecimiento de los brotes en los años de **carga** puede ser una de las causas primarias de la alternancia de producción. Además, el exceso de fruto afecta negativamente al **estado nutritivo** de los árboles, actuando como **sumidero** de asimilados y nutrientes en detrimento de los otros órganos vegetativos del árbol, jugando también un papel importante como inhibidor de la floración al año siguiente, viéndose este hecho acentuado por las recolecciones tardías.

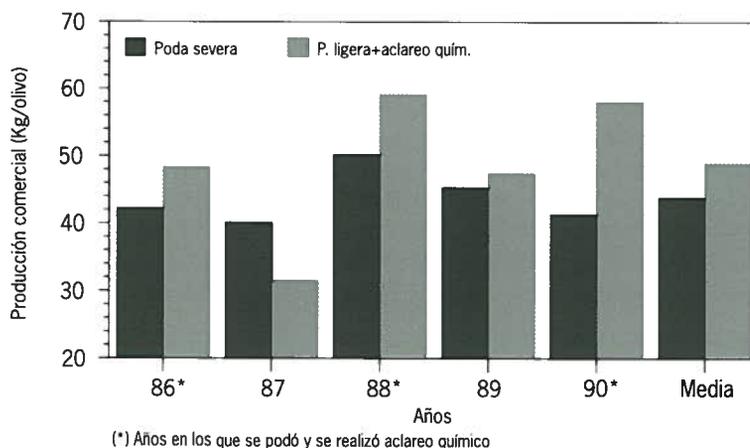
En la olivicultura tradicional de la aceituna de mesa en secano, el calibre del fruto se mejora mediante la realización de severísimas podas de aclareo de ramos fructíferos (**poda Sevilla**). La poda severa actúa reduciendo de forma drástica, a nivel de árbol, el número de posiciones fructíferas y por tanto el número de futuras yemas de flor que se diferenciarán en la primavera siguiente, con lo que se limitará igualmente el número total de frutos que cuajarán por olivo, consiguiéndose de esta forma una mejora del tamaño de las aceitunas, facilitándose igualmente las operaciones de recolección manual. Sin embargo, paralelamente al aumento del calibre del fruto, la poda severa de aclareo ocasiona una fuerte disminución de la producción y de la rentabilidad de la plantación.

La aplicación de sistemas de poda poco severa, practicados en las zonas del olivar de almazara, normalmente sólo permite obtener cosechas de aceituna de mesa con buen calibre comercial en los años de baja producción, ya que como vimos anteriormente existe una relación inversa entre el número de frutos cuajados por olivo y el tamaño de la aceituna. Por esta razón, en las zonas en las que normalmente no se realizan podas severas destinadas a mejorar el calibre de los frutos, se consigue recolectar aceitunas de calibre satisfactorio gracias a la gran superficie de olivar en comparación con la capacidad de procesamiento de las industrias de aderezo de la comarca, lo que permite elegir para su recolección como aceituna de mesa los olivos u olivares con menor cosecha, y que por tanto tienen un fruto de calibre satisfactorio.

En los últimos años, en las zonas de aceituna de mesa se han buscado soluciones alternativas a la poda severa de aclareo de ramos fructíferos. Las soluciones podrían ser el aclareo químico de frutos (*Pastor y Humanes, 1996*) técnica que permite reducir el número de frutos por olivo después del cuajado, y el riego (*Pastor et al., 1996*) que para igual número de frutos por árbol permite un importante aumento del tamaño de las aceitunas con respecto al secano, e incluso obtener cosechas de calibre comercial en años de gran **carga**.

El **aclareo químico de frutos** podría ser una técnica interesante, ya que permitiría no realizar las podas severas practicadas en las zonas del **verdeo**. La técnica de aclareo químico puede sustituir a la poda severa, con las indudables ventajas que ello trae consigo. Esta práctica consiste en pulverizar una solución de **ácido naftalen acético** (ANA) a una concentración de 150 ppm de materia activa sobre las hojas del olivo, cuando los frutos cuajados tienen un diámetro polar medio de 3-4 mm, lo que normalmente acontece unos 15 días después del momento de plena floración. En la Figura 6.6. mostramos datos de un ensayo realizado durante 5 años en Osuna (Sevilla) en olivos de la variedad 'Manzanilla', en el que se comparan las producciones con calibre comercial (>2,5 gr/fruto) obtenidas en olivos podados con poda clásica de verdeo o con poda de olivar de almazara+aclareo químico con ANA. Para el conjunto de los 5 años, la segunda de las opciones proporcionó una producción media de 5,1 Kg/olivo superior a la obtenida en árboles con la poda de verdeo, con un calibre comercial similar en ambos casos (282 frutos/Kg). Este aumento de producción compensa el coste del tratamiento, que en el caso de la poda tradicional también es muy alto debido al alto coste de la poda Sevilla, evitándose además el deterioro a largo plazo de los árboles, al que da lugar la poda severa de producción practicada en la región.

**Figura 6.6.** La técnica de aclareo químico de frutos pulverizando los olivos con ANA (150 ppm) cuando los frutos tienen 3-4 mm de diámetro, permite aumentar el tamaño de los frutos sin necesidad de recurrir a podas muy severas, práctica tradicional de la zona de producción de aceituna de mesa en la provincia de Sevilla. La poda de almazara + aclareo químico permitió, en un ensayo realizado en Osuna (Sevilla), aumentar la producción media de frutos con calibre comercial (> 2,5 g/aceituna) con respecto a la poda severa. En los años 1986, 1988 y 1990 (alternos) fue en los que se podó y/o aplicó ANA para realizar el aclareo químico de frutos.



▲ Fotografía 6.3. Con la finalidad de obtener frutos de buen calibre, en aceituna de mesa pueden realizarse aplicaciones foliares de ANA para provocar el aclareo químico de los frutos. Para que esta práctica sea eficaz, más importante que la dosis de ANA es el momento de realización del tratamiento. La fotografía muestra el estado fenológico de los frutos en el que se logra una mayor eficacia del tratamiento.

#### 6.2.4. Poda de producción en plantaciones de riego

En regadío, y en la medida en que la pluviometría y las aportaciones de agua de riego sean mayores, el planteamiento de la poda debe ser muy diferente al que debemos hacer en las plantaciones de secano, ya que cuando se riega con suficiente cantidad de agua es posible mantener grandes volúmenes de copa, una mayor cobertura del suelo, y árboles más frondosos, con un mayor índice de área foliar, lo que permitirá tener un mayor potencial de producción. En esta situación, la insuficiente iluminación dentro de la plantación, en especial en las ramas próximas al suelo, puede ser el factor limitante de la producción, que además puede afectar negativamente a la calidad de los frutos producidos.

Si en secano podríamos mantener volúmenes de copa de unos 8.000 m<sup>3</sup>/ha en las zonas óptimas de Andalucía, en riego esta cifra podría estar entre los 12.000 y 15.000 m<sup>3</sup>/ha, en función de las dotaciones de agua disponibles.

Es frecuente que se poden las plantaciones de riego con los mismos criterios que en secano, lo cual siempre ocasiona importantes pérdidas de producción, disminuyéndose permanentemente el potencial productivo de las plantaciones.

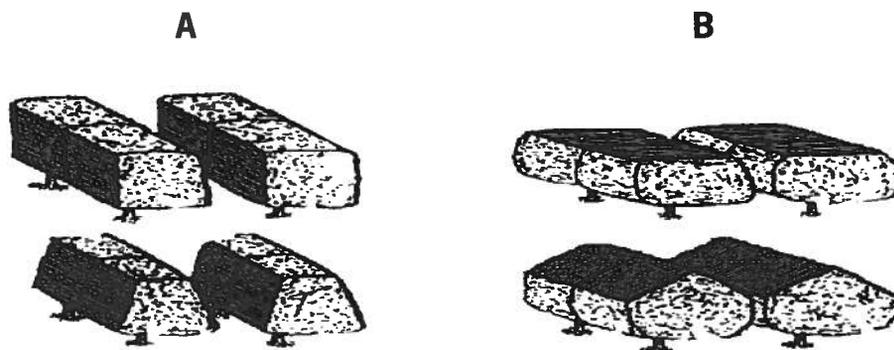
Aunque en España no tenemos muchos datos que ilustren el problema planteado, en olivares de riego de California (USA) y con las variedades andaluzas 'Manzanilla' y 'Gordal', *Hartmann et al. (1960)* plantearon una serie de ensayos en aceituna de mesa en olivares de densidad poco intensiva. Los resultados de los mismos mostraron un considerable aumento de producción a medida en que se reducía la intensidad de la poda, siendo los árboles que no fueron podados durante un cierto tiempo los que proporcionaron una mayor cosecha. Estos autores estudiaron igualmente el tamaño de los frutos producidos, así como el valor total de la cosecha, llegando a la conclusión de que en las condiciones en las que se desarrollaron los ensayos, en las que se cubrieron satisfactoriamente las necesidades de agua del cultivo, es necesario reducir la intensidad de la poda, ya que de este modo se obtendrían unos mayores ingresos por hectárea.

En olivar de aceituna de almazara en riego, donde el tamaño del fruto tiene una menor importancia, creemos que es aún más necesario permitir a los árboles que aumenten su volumen de copa por hectárea, así como mantener los árboles más frondosos, a lo que se llega reduciendo la intensidad de la poda, o alargando los períodos de tiempo transcurridos entre dos podas (podas cada tres o cada cuatro años). En este caso habría que vigilar aún más el estado fitosanitario de la plantación, en especial en lo que al **repilo** se refiere.

#### 6.2.5. Poda mecánica de producción

El sistema denominado **poda mecánica** es un método de poda que recibe su nombre debido a que los cortes se realizan con ayuda de una **máquina podadora de discos rotativos** montada sobre un tractor de media potencia, que se mueve a velocidad constante por el centro de la calle, y que básicamente realiza el tipo de trabajo indicado esquemáticamente en la Figura 6.7., es decir con cortes perpendiculares o con cierta inclinación con respecto a la superficie del suelo (Figura 6.7.A), o paralelos a dicha superficie (Figura 6.7.B).

**Figura 6.7. Modalidades de los cortes de poda mecánica en olivar que es posible realizar con ayuda de la podadora mecánica de discos. Cortes sobre las caras laterales del árbol, con mayor o menor inclinación (A), o cortes de rebaje en altura de la copa, paralelos a la superficie del suelo, o con una cierta inclinación para mejorar la iluminación (B).**



En los últimos 20 años hemos realizado varios ensayos proyectados a medio y largo plazo en diferentes tipos de olivar (*Pastor y Humanes, 1996*), estudiándose las posibilidades de éste método de poda, teniendo en cuenta que la falta de podadores cualificados es uno de los mayores problemas de la olivicultura actual. Además muchos de los podadores no están suficientemente cualificados, por lo que su trabajo afecta muy negativamente a la producción del olivar, causando la desvitalización de los árboles.

Los ensayos de poda mecánica han mostrado, en general, unos resultados muy prometedores, sobre todo en olivar de regadío. Como ejemplos mostramos los datos de **cuatro ensayos** de los que se cuenta con un buen número de años de observación, y en situaciones tan dispares como plantación tradicional o intensiva, y condiciones de riego y secano.

#### 6.2.5.1. Ensayo en olivar tradicional con riego de apoyo

El ensayo se realizó en Mengíbar (Jaén), zona con una pluviometría media inferior a 400 mm, en un olivar tradicional de la variedad 'Picual', con riego por aspersión de apoyo bastante deficitario, que tenía unos 25 años cuando comenzó el ensayo. Los árboles están formados con 3-4 troncos y la densidad de plantación es 70 olivos/ha. El ensayo comenzó en el año 1980. Además de un testigo podado manualmente de forma tradicional, se emplearon dos modalidades de poda mecánica, que en el curso de 4 años tenía una idéntica intensidad, realizando el tipo de cortes que presentamos en la Figura 6.7. Una **Poda A**, severa, que en cada intervención afecta a la mayoría de las caras productivas del olivo, con un período intermedio sin poda de unos cuatro años; y **Poda B**, menos severa que la anterior en cada intervención, realizada cada dos años y que afecta a la mitad de las caras productivas, podándose dos años después las caras en las que no se intervino en la poda anterior.

En la Tabla 6.1. presentamos las cosechas de aceitunas obtenidas durante 15 años en el referido ensayo, tanto en los olivos podados manualmente como en los podados mecánicamente. Las producciones medias fueron bastante similares en los tres tipos de poda, lo que en principio avala la viabilidad de la práctica de la poda mecánica, pero si observamos estos mismos datos presentados como producción acumulada a lo largo de los años (Figura 6.8.), podemos obtener aún nuevas conclusiones. Durante el período 1981-1988 las producciones medias han sido superiores en los árboles con poda mecánica que en los que recibieron poda manual; sin embargo, en 1989 se produjo una importante bajada de producción en los olivos con poda mecánica debido a la acumulación de chupones vigorosos en el interior del árbol, sobre las ramas principales, lo que produjo una drástica reducción del crecimiento de los ramos fructíferos en la periferia del olivo (zona productiva), así como un exceso de volumen de copa, un poco desproporcionado con arreglo a las disponibilidades de agua en el suelo. Como consecuencia de lo anterior creímos que era necesario complementar la poda mecánica con intervenciones manuales cada cierto número de años, intervenciones cuyo objeto es suprimir los **tocones dejados por los cortes de poda, madera muerta y chupones** de gran desarrollo que se producen en el interior, ya que si no se eliminasen, como se vio experimentalmente, los árboles podrían llegar a dejar de producir.

**Tabla 6.1. Producciones de aceitunas obtenidas en el ensayo de poda mecánica de producción realizado en Venta de Llano (Mengibar) en árboles adultos con riego de apoyo de la variedad 'Picual'.**

| Años  | Poda Manual | Poda Mecánica <sup>(1)</sup> |        |
|-------|-------------|------------------------------|--------|
|       |             | Tipo A                       | Tipo B |
| 1981  | 30,7        | 30,4                         | 33,0   |
| 1982  | 62,2        | 73,1                         | 67,9   |
| 1983  | 8,1         | 6,7                          | 4,6    |
| 1984  | 37,3        | 49,2                         | 41,3   |
| 1985  | 2,0         | 1,8                          | 2,9    |
| 1986  | 54,2        | 64,6                         | 66,2   |
| 1987  | 51,6        | 48,6                         | 56,4   |
| 1988  | 21,6        | 23,0                         | 23,7   |
| 1989  | 33,8        | 9,0                          | 10,9   |
| 1990  | 6,6         | 81,5                         | 41,8   |
| 1991  | 64,1        | 42,7                         | 47,8   |
| 1992  | 56,8        | 78,1                         | 73,2   |
| 1993  | 16,3        | 7,5                          | 6,8    |
| 1994  | 58,9        | 21,2                         | 32,3   |
| 1995  | 43,8        | 35,1                         | 45,2   |
| 1996  | 51,6        | 59,2                         | 45,2   |
| 1997  | 17,4        | 23,5                         | 16,8   |
| Total | 617,0       | 655,2                        | 616,0  |
| Media | 36,3        | 38,5                         | 36,2   |

<sup>(1)</sup> Ver explicaciones en el texto.

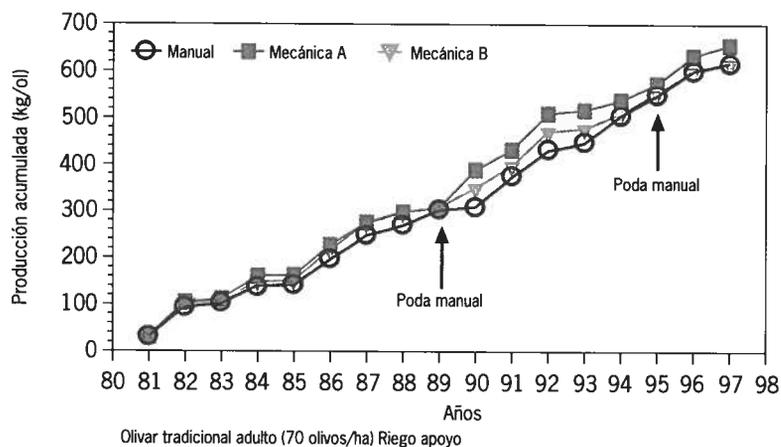
Una vez realizada en 1989 una poda manual de **deschuponado** y de eliminación de maderas muertas en el interior del olivo, se produjo una espectacular respuesta



vegetativa en los árboles mantenidos con poda mecánica, restableciéndose de nuevo la producción. En los años siguientes continuamos aplicando la poda de acuerdo con el programa previsto, y tras un cierto número de años ocurrió una nueva acumulación de chupones vigorosos en el interior del olivo, reproduciéndose de nuevo lo ocurrido en 1989. Por idénticas razones, en el año 1994 vuelve a observarse reducción de la producción en los olivos con poda mecánica (Tabla 6.1.), requiriéndose de nuevo la eliminación de chupones en el interior de la copa, lo que nos muestra un claro camino a seguir si queremos que la práctica de la **poda mecánica** sea viable.

Por otro lado, las producciones obtenidas en ambos sistemas de poda mecánica fueron muy similares, por lo que en principio no podemos decidirnos por la alternativa de realizar una poda mecánica muy **severa** que afecte a múltiples caras del olivo, dejando después los olivos varios años sin podar (**Poda A**), o decidirnos por una poda mecánica **poco severa**, realizada bianualmente, afectando cada dos años a un escaso número de caras (**Poda B**). En donde no parece haber demasiadas dudas es en la necesidad de realizar cada cierto tiempo (probablemente cada dos años) podas manuales de *deschuponado* en el interior del árbol, complementarias a la poda mecánica, sin que ello demande una mano de obra muy especializada. Posiblemente esta poda de deschuponado debería realizarse durante el verano, evitando así el inútil consumo de asimilados por órganos que más tarde habrá que suprimir.

**Figura 6.8. Evolución en el tiempo de las producciones acumuladas obtenidas en un ensayo de poda mecánica realizado en Mengibar (Jaén) en un olivar adulto-joven en el que se comparan, en el periodo 1981-1997, la poda manual tradicional y la poda mecánica bianual con podadora de discos (dos intensidades). Hasta el año 1988 las producciones en los olivos podados mecánicamente se mantuvieron por encima de los podados manualmente. Sin embargo, en 1989 se produjo una esperada merma de producción en el olivar con poda mecánica, ya que a lo largo de los años se produjo, en su interior, una acumulación de ramas secas y chupones que desequilibraron vegetativa y productivamente el árbol. Una poda manual con motosierra que eliminó secos y chupones del interior fue suficiente para restablecer la producción a partir de 1990. Por idénticas razones, en 1995 hubo que recurrir a intervenciones manuales de poda con motosierra dentro de la copa.**

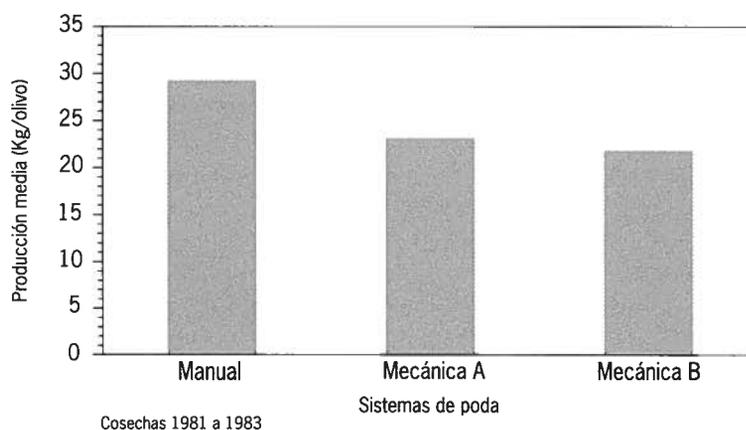


### 6.2.5.2. Ensayo en olivar viejo tradicional de secano

El experimento se realizó en la localidad de Santisteban del Puerto (Jaén) en un olivar tradicional adulto (más de 80 años), de tres troncos, cultivado en secano (pluviometría media 500 mm), de la variedad 'Picual' con una densidad de plantación de 80 olivos por hectárea. Los olivos vegetan en un suelo muy calizo y poco fértil, estando los árboles sometidos a la clásica poda continuada de rejuvenecimiento practicada en la provincia de Jaén. Además de los árboles control podados manualmente de forma tradicional, se aplicaron dos programas bianuales de **poda mecánica**, una **poda severa** que afectaba a todas las caras productivas del olivo, y una **poda poco severa** que afectaba a un reducido número de caras, ensayo similar al realizado en el apartado anterior.

En la Figura 6.9. presentamos los resultados obtenidos en los tres años de duración del experimento, en los que se observaron unas sensibles pérdidas de producción en los árboles podados mecánicamente, pérdidas comprendidas entre el 20 y 25% en función de la intensidad de la poda practicada. Estos malos resultados aconsejaron dar por finalizado el ensayo.

**Figura 6.9. La aplicación de técnicas de poda mecánica en olivos adultos con ramas excesivamente envejecidas que reclaman su renovación no es una práctica aconsejable. Datos de un ensayo realizado en Santisteban del Puerto (Jaén) en un olivar centenario de secano de la variedad 'Picual'.**



A nuestro juicio, los **malos resultados** obtenidos en este tipo de olivar con la aplicación de la poda mecánica pueden estar motivados por el escaso poder de brotación del olivo adulto en las ramas muy gruesas en los cortes efectuados por la máquina podadora, ramas en algunos casos excesivamente agotadas, por lo que pedían su urgente sustitución, lo que trajo consigo la pérdida de producción al reducirse drásticamente con la poda la superficie productiva. La consecuencia más clara derivada de la realización de este ensayo es que si se proyecta la aplicación de sistemas de poda mecánica, no conviene esperar a que las ramas del olivo estén agotadas en exceso, pues se reduciría así el poder de brotación, y sería, por éste método, difícil de rejuvenecer y vigorizar los árboles.

#### 6.2.5.3. Ensayo en plantación intensiva de olivar de secano

El ensayo se realizó en la localidad de La Rambla (Córdoba) en un olivar intensivo adulto de secano (pluviometría media 600 mm) de la variedad 'Picual', plantado en 1.963 con una densidad de plantación de 312 olivos por hectárea (marco 8x4 m) y árboles de un solo tronco, que vegetan en un suelo bastante fértil, estando los olivos sometidos a la clásica poda de producción, habiéndose iniciado por su propietario una poda de rejuvenecimiento prematuro en las fechas de comienzo del ensayo, año 1980. Además de los árboles control, que se podaron manualmente, y a los que se aplicó una poda de producción clásica de aclareo de ramas y eliminación de chupones vigorosos, se aplicaron cinco programas de poda mecánica con diferentes intensidades con los que se trató de mantener el volumen de copa entre 8.000 y 10.000 m<sup>3</sup>/ha.

Para facilitar la comprensión de los resultados obtenidos (*Pastor y Humanes, 1996*), y dado que algunos de los programas de poda proporcionaron idénticos resultados, en la Tabla 6.2. mostramos la evolución anual de las producciones obtenidas cuando se aplicó una **poda mecánica cada cuatro años** (Tipo A), en la que simultáneamente se cortaban las caras laterales y se rebajaba la altura de la copa (Figura 6.7. A y B), o una **poda mecánica bianual** (Tipo B) en la que alternativamente se rebajaba la altura de la copa (Figura 6.7.B), mientras que en la poda siguiente se cortaban las caras laterales (Figura 6.7.A). Las cosechas medias obtenidas en los 7 años de duración del experimento no muestran diferencias significativas entre los dos sistemas de poda mecánica y la poda manual, por lo que parece que lo más interesante podría ser realizar una poda mecánica severa cada 4 años, después de una cosecha abundante para no incidir muy negativamente sobre la producción del año siguiente, dejando una serie de años sin podar mecánicamente, para aprovechar productivamente las brotaciones conseguidas como consecuencia de los cortes efectuados con la podadora.

**Tabla 6.2. Producciones de aceitunas obtenidas en el ensayo de poda mecánica de producción realizado en Fuencubierta (La Rambla) en plantación intensiva de olivar (8x4 m) de secano de la variedad 'Picual'.**

| Años  | Poda Manual (bianual) | Poda Mecánica <sup>(1)</sup> |                     |
|-------|-----------------------|------------------------------|---------------------|
|       |                       | Tipo A (bianual)             | Tipo B (cuatrienal) |
| 1981  | 0,8                   | 1,1                          | 0,9                 |
| 1982  | 27,8                  | 27,2                         | 28,2                |
| 1983  | 10,6                  | 5,8                          | 10,2                |
| 1984  | 21,4                  | 23,3                         | 27,3                |
| 1985  | 6,8                   | 3,9                          | 7,8                 |
| 1986  | 27,1                  | 28,7                         | 26,2                |
| 1987  | 20,7                  | 14,1                         | 14,4                |
| Total | 115,2                 | 104,1                        | 115,0               |
| Media | 16,5                  | 14,9                         | 16,4                |

<sup>(1)</sup> Ver explicaciones en el texto.

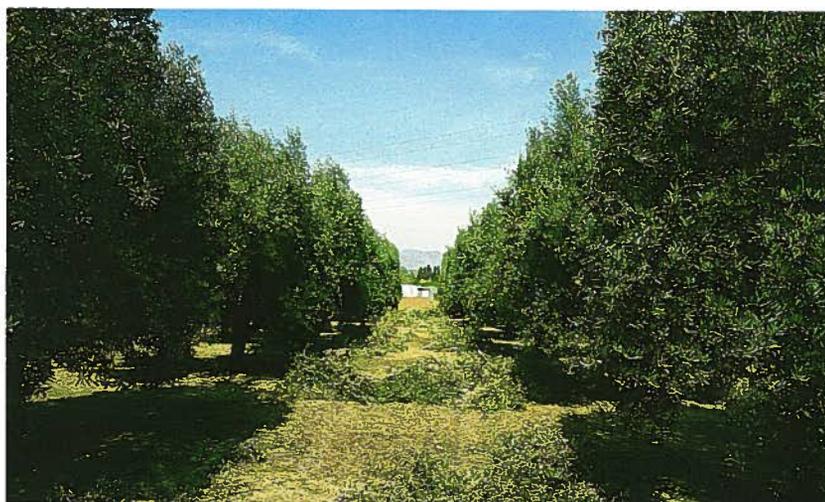
#### 6.2.5.4. Ensayo en plantación intensiva de olivar con riego de apoyo

El ensayo se realizó en la localidad de Gilena (Sevilla) en un olivar intensivo adulto con riego de apoyo bastante deficitario, en especial en los años secos (1993 a 1995), siendo la pluviometría media de la zona unos 500 mm. La edad de la plantación cuando comenzó el ensayo en 1988 era de unos quince años. Los árboles de la variedad 'Manzanilla' están plantados a una densidad de plantación de 317 olivos por hectárea (marco 9x3,5 m), vegetan en un suelo bastante fértil, estando formados los olivos con 4-5 troncos y sometidos a la clásica poda de producción de aclareo de ramos finos, típica de la aceituna de mesa en la provincia de Sevilla.

En el experimento que presentamos, durante 10 años se compararon 4 sistemas de poda mecánica con el sistema clásico de poda manual con aclareo de ramas finas. En los árboles podados mecánicamente se aplicaron dos intensidades de poda con idéntico ritmo anual de intervenciones: rebaje en altura de la copa (años 1988, 1993 y 1997) tal como se indica en la Figura 6.7.B y recorte de las caras laterales (Figura 6.7.A) en los años 1991 y 1995. En la poda mecánica **más severa (A)** se rebajó la altura eliminando en cada intervención un casquete esférico de 1,5 metros de altura, mientras que en la poda **menos severa (B)** la altura del casquete eliminado era solamente de 1,0 m. En ambos casos, la supresión de la cara lateral era solamente de 0,75 m, debido al escaso vigor de las brotaciones obtenidas en las caras laterales. Mediante estas podas se pretendió mantener un volumen medio de copa por hectárea de 10.000 m<sup>3</sup> en la poda **A** y de 12.000 m<sup>3</sup> en la poda **B**. En ambos tipos de poda se utilizaron dos variantes, **con (C)** y **sin (S)** eliminación de maderas gruesas muertas y repaso manual de brotaciones interiores (chupones), por lo que fueron cuatro los tratamientos de poda mecánica comparados (**A-C, A-S, B-C, B-S**).

En la Tabla 6.3. mostramos los resultados obtenidos anualmente en las nueve cosechas recolectadas (1989 a 1997). En la Figura 6.10. mostramos igualmente la producción acumulada de aceitunas a lo largo de los años. Vemos que en los cuatro sistemas de poda mecánica se observa un apreciable aumento de producción con respecto al sistema manual tradicional, un 13% con respecto al tratamiento con menor producción media (**A-C**), y un aumento del 18% con respecto al tratamiento con mayor producción (**A-S**). Sin embargo, las diferencias observadas entre los distintos tratamientos de poda mecánica no han resultado ser significativas. Las diferencias de producción existentes entre la poda mecánica más severa (**A**) y la poda mecánica poco severa (**B**) son muy pequeñas, habiéndose observado igualmente una escasa incidencia negativa sobre la producción debido al hecho de realizar o no el aclareo manual de los **chupones** emergidos en el interior de la copa, aunque sí que mejoró el rendimiento de la mano de obra en la operación de recolección manual de los frutos, operación que se vio muy dificultada en los tratamientos sin repaso manual de interiores (**A-S y B-S**), en donde la recolección fue muy dificultosa. Además se observó un reducido calibre de las aceitunas en los árboles con poda mecánica, y en especial en los que no se realizó el repaso de interiores, lo que tampoco fue un gran inconveniente en este caso, ya que los frutos se destinaron a almazara.





- ▲ *Fotografía 6.4. En plantaciones intensivas de riego los árboles ocupan el espacio y dificultan la realización de las labores de cultivo, limitando la correcta iluminación dentro de la plantación (página 103). El empleo de la podadora mecánica puede ser una buena solución para el manejo de este tipo de plantaciones, permitiendo a este tipo de máquinas cortar las caras laterales de los árboles y ensanchar las calles (arriba). En la fotografía de abajo vemos un aspecto de la plantación después de la poda. El tránsito de máquinas ya es posible, habiéndose mejorado la iluminación dentro de la plantación.*

**Tabla 6.3. Producciones de aceitunas (Kg/ha) obtenidas en el ensayo de poda mecánica de producción realizado en Cortijo del Marqués (Gilena) en olivos adultos en plantación intensiva (317 olivos/ha) de la variedad 'Manzanilla', cultivados con riego de apoyo.**

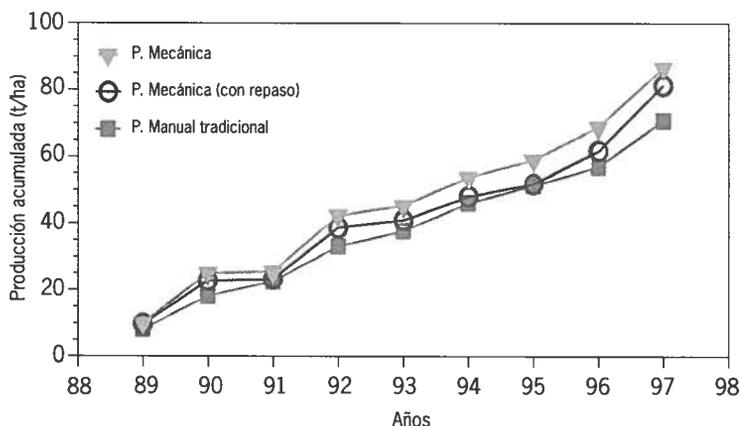
| Años  | Poda Manual | Poda Mecánica <sup>(1)</sup> |          |          |          |
|-------|-------------|------------------------------|----------|----------|----------|
|       |             | Tipo A-C                     | Tipo A-S | Tipo B-C | Tipo B-S |
| 1989  | 8.147       | 7.354                        | 7.160    | 9.669    | 10.065   |
| 1990  | 10.025      | 13.029                       | 15.620   | 13.148   | 14.891   |
| 1991  | 4.327       | 1.086                        | 333      | 367      | 444      |
| 1992  | 10.572      | 13.869                       | 16.167   | 15.525   | 16.967   |
| 1993  | 4.613       | 4.874                        | 2.879    | 2.245    | 2.906    |
| 1994  | 8.333       | 8.794                        | 8.429    | 7.016    | 8.445    |
| 1995  | 5.246       | 5.135                        | 5.136    | 3.789    | 5.231    |
| 1996  | 5.643       | 10.651                       | 9.209    | 9.938    | 9.938    |
| 1997  | 13.869      | 18.069                       | 17.435   | 19.654   | 17.752   |
| Total | 70.775      | 82.861                       | 82.368   | 81.351   | 86.639   |
| Media | 7.864       | 9.207                        | 9.152    | 9.039    | 9.627    |

<sup>(1)</sup> Ver explicaciones en el texto.

C = con repaso manual de interiores cada cierto tiempo.

S = con repaso manual de interiores cada cierto tiempo.

**Figura 6.10. La aplicación de técnicas de poda mecánica en plantación intensiva (317 olivos/ha) de olivos adultos ha proporcionado unos buenos resultados. La producción obtenida en los árboles podados mecánicamente (con o sin eliminación manual de brotaciones vigorosas en el interior de la copa) ha proporcionado durante nueve años consistentes aumentos de cosecha de aceitunas con respecto a la poda manual tradicional practicada en la explotación.**



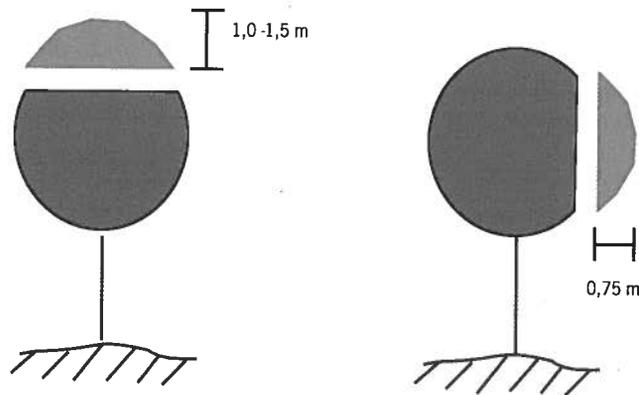
### 6.2.5.5. Conclusiones a los ensayos de poda mecánica

Los trabajos de investigación realizados de los que hemos dado cuenta anteriormente, así como la experiencia acumulada, fruto de otros trabajos en los últimos 20 años (Pastor y Humanes, 1996) nos permiten afirmar que el sistema de poda mecánica propuesto puede ser un método viable en las siguientes situaciones:

- en la poda de producción durante el período adulto-joven de la plantación, sustituyendo a la clásica poda manual de producción;
- en olivares intensivos para adaptar, de una forma sencilla, el volumen de copa de la plantación al óptimo productivo, permitiendo ensanchar las calles para hacer posible el paso de la maquinaria, mejorando además la aireación e iluminación; y
- en podas severas de rebaje para rejuvenecer olivares intensivos envejecidos debido a la edad, a las altas producciones y al exceso de volumen de copa.

Las intervenciones de poda mecánica deben ser severas, eliminando con la podadora un casquete esférico cuya altura sea entre 1,00 y 1,50 m en la parte alta de la copa de los árboles (Figura 6.11.), dejando posteriormente períodos de tiempo de tres o cuatro años sin intervenir de nuevo con la máquina, para reconstituir el árbol sobre las brotaciones vigorosas producidas, y poder rentabilizar productivamente los crecimientos que se han producido como consecuencia de los cortes realizados con la podadora de discos. En las caras laterales las brotaciones son mucho menos vigorosas, por lo que es suficiente con un corte que elimine un casquete esférico de 0,75 m de altura como máximo.

**Figura 6.11.** Para obtener una buena respuesta de los olivos a la poda mecánica, es necesario que en el rebaje en altura de la copa eliminemos un casquete esférico de altura comprendida entre 1,0 y 1,5 m. Sin embargo, debido al menor vigor de las brotaciones en las caras laterales, basta con eliminar un casquete esférico de 0,75 m en esta zona.



Cortes de poda mecánica



Como ya se dijo anteriormente, es imprescindible alternar la poda mecánica con elementales intervenciones manuales en el interior del árbol, aclarando la copa con la motosierra y evitando llegar a situaciones límite en las que el olivo puede dejar de producir debido a la acumulación chupones y de madera en su interior.

El mayor inconveniente que plantea este sistema de poda es la dificultad para la recolección manual de las aceitunas cuando se lleva podando mecánicamente una serie de años, dificultad que se solventa mediante aclareos manuales de la copa cada cierto número de años, o mediante la recolección mecánica con vibrador.

El sistema es poco viable y poco aconsejable en **plantaciones adultas** sometidas al proceso de rejuvenecimiento continuado típico de Andalucía, debido al escaso poder de brotación de las ramas gruesas muy envejecidas.

Aunque pequeños de reiterativos, creemos que el tipo de olivar en el que este sistema de poda puede ser más interesante es en el intensivo, en el que es muy necesario el adecuado control del desarrollo de la plantación, ya que permite mantener fácilmente los volúmenes de copa dentro de los límites propuestos, lo que no es fácil de conseguir mediante los sistemas clásicos de poda manual, con los que es complicado dosificar la intensidad de la poda para obtener los tamaños de copa deseados.

#### 6.2.6. Las máquinas podadoras y su capacidad de trabajo en el olívar

Una vez estudiadas las posibilidades reales de los sistemas de poda mecánica desde el punto de vista agronómico (forma de utilización, intensidad de las intervenciones, periodicidad de la poda y tipo de árboles en los que pueden utilizarse estos sistemas), interesa conocer igualmente la capacidad de trabajo de estas máquinas.

Empezaremos por hacer una breve descripción de las máquinas, atendiendo a un modelo genérico, ya que existen diferentes tipos en el mercado, describiendo igualmente el tipo de trabajo realizado. La **máquina podadora** está constituida por un elemento principal y fundamental que es la **barra de corte**, y por los mecanismos de soporte y movimiento de la máquina, que permiten situar el corte en posición vertical o con diversas inclinaciones sobre dicha vertical, o horizontal, paralela a la superficie del suelo, siendo posible igualmente adoptar diferentes inclinaciones.

El **mecanismo de corte** estará constituido por discos dentados de 500-600 mm de diámetro, que giran individual o solidariamente movidos por motor/es hidráulicos que a su vez son accionados por una bomba hidráulica conectada a la toma de fuerza del tractor. Para la poda del olivo suelen utilizarse **barras de corte** de 5 discos dentados de 600 mm de diámetro, lo que proporciona un ancho de trabajo de poda de 2,5 metros. Los movimientos para situar el mecanismo de corte en la posición de trabajo deseada tienen igualmente accionamiento hidráulico, siendo accionados desde el puesto de conducción por el propio maquinista a través de un distribuidor, pudiendo variar-

se las posiciones relativas de la **barra de corte y velocidad de giro de los discos** en el transcurso de la poda. El puesto de trabajo del conductor debe ser protegido con una robusta jaula auxiliar, para evitar accidentes debidos al desprendimiento a gran velocidad de restos de poda o incluso trozos de discos tras su posible rotura, lo cual se puede producir en ocasiones. A veces se dota a estas máquinas de mecanismos de aplicación de fitosanitarios sobre los cortes realizados. Sin embargo, si se trabaja en variedades tolerantes a tuberculosis, no es necesaria su instalación.

La **máquina podadora**, aunque no necesita una potencia demasiado grande, debe montarse en un tractor de cadenas o de ruedas con doble tracción y suficientes dimensiones como para conseguir una adecuada estabilidad, ya que el **mecanismo de corte**, que en posición de trabajo va desplazado del tractor, provoca un gran desequilibrio, que en terrenos en pendiente puede poner al vehículo en serias dificultades, con posibilidades de vuelco.

Con este tipo de máquinas debe trabajarse a una baja velocidad, para posibilitar la realización del corte de las ramas, en lo que se invierte un cierto tiempo, en función del diámetro de las mismas. Si la velocidad de avance del tractor fuese superior a la velocidad de corte de las ramas de mayor diámetro, se produciría la rotura de las ramas, y posiblemente atascos en el mecanismo de corte, con paradas innecesarias del trabajo y posibilidades de averías y rotura del mecanismo de corte. Teniendo en cuenta estas observaciones, pensamos que la velocidad de trabajo idónea debe estar en unos 1,25 Km/hora (0,35 m/s), lo cual debe hacerse utilizando las marchas cortas del tractor, que permiten avanzar a baja velocidad pero con el motor girando con el suficiente número de revoluciones en la toma de fuerza, lo que asegurará el funcionamiento de los discos de corte con una correcta velocidad de giro.

Ya estamos en condiciones de poder calcular la capacidad de trabajo de la máquina podadora. Supongamos un olivar plantado al marco 7x6 metros (238 olivos/ha) y que vamos a utilizar un sistema de poda con el que tenemos que hacer 2 pasadas por línea de olivos, desplazándonos con el tractor por la calle ancha de la plantación.

El recorrido por hectárea que debe realizar la máquina por cada pase realizado será de:

$$10.000 \text{ m}^2/\text{ha} \div 7 \text{ m} = 1.429 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta que se van a dar dos pasadas por línea de olivos, y la velocidad de avance del tractor es 1,25 Km/h, el tiempo necesario para podar una hectárea será de:

$$1.429 \text{ m} \times 2 \text{ pasadas} \div 1.250 \text{ m/hora} = 2,29 \text{ horas/ha}$$

En una jornada de trabajo de 6 horas efectivas y con un 20% de tiempos muertos en maniobras, una máquina puede podar diariamente:

$$6 \text{ horas} \times 0,8 \div 2,29 \text{ h/ha} = 2,1 \text{ ha} = 500 \text{ olivos}$$

El coste resultante de la poda mecánica, incluyendo el coste de funcionamiento de la máquina, puede ser un poco inferior al de la poda manual con las máquinas actualmente disponibles, pero debemos recordar que la gran ventaja de este método de poda puede estar no solamente en la reducción de costes, sino en la facilidad de manejo de la plantación desde el punto de vista del control de su volumen de copa, ya que una vez determinadas las dimensiones de los árboles y el volumen de copa por hectárea al que queremos llegar, en el despacho podemos decidir las distancias al tronco o sobre el suelo a las que debemos dar los cortes de poda, lo que corresponderá al volumen de copa que queremos obtener. Por otro lado, es cada vez más difícil encontrar buenos podadores o incluso operarios que cortan ramas, por lo que esta metodología de trabajo muestra grandes posibilidades.

### **6.3. Poda de adaptación a la recolección mecánica con vibrador**

#### **6.3.1. Factores que afectan al derribo de frutos con vibrador**

El empleo de las modernas máquinas vibradoras para el derribo mecánico de los frutos supone una concepción muy diferente de recogida a la de los sistemas tradicionales (vareo y ordeño). Es unánime el convencimiento de que este tipo de máquinas es la única solución en estos momentos, ya que en la mayoría de los casos resuelve satisfactoriamente el problema, por lo que las consideraciones que haremos a continuación van encaminadas a mejorar el trabajo realizado por los potentes vibradores.

La utilización eficaz del vibrador en la recolección de la aceituna está condicionado fundamentalmente, por una parte, por la eficacia en el derribo de los frutos (porcentaje en peso de aceitunas desprendidas sobre la cosecha total en el árbol), y en segundo lugar por el rendimiento horario en árboles recolectados.

En el primer caso, para una máquina de determinadas características, la eficacia depende del tamaño de los olivos a vibrar, obteniéndose un mayor porcentaje de derribo en árboles pequeños (*Humanes, 1975*), por lo que siempre debe utilizarse una máquina capaz de mover eficazmente los olivos de nuestra plantación (amplitud y frecuencia adecuadas).

En cuanto a las condiciones de maniobrabilidad de las máquinas vibradoras, los olivos de un solo tronco presentan ventajas sobre los formados con varios troncos, por la mayor facilidad en las maniobras de aproximación y agarre de los troncos, posibilitando recolectar un mayor número de árboles por hora de trabajo de la máquina.

Es igualmente importante la estructura de la planta. En un trabajo realizado en Córdoba en olivos de la variedad 'Hojiblanca', *Herruzo et al. (1975)* observaron como en las ramas verticales el vibrador era capaz de derribar el 84% de los frutos, en las horizontales el derribo era del 82%, mientras que en las péndulas solo se con-

seguía desprender mecánicamente el 66% de los frutos, coincidiendo básicamente estos datos con los obtenidos en Italia por *Tombesi y Jacoboni (1974)* en árboles de la variedad 'Moraiolo'.



▲ Fotografía 6.5. Olivo de la variedad 'Hojiblanca' en Cibra, formado con una estructura compuesta por un único tronco y dos únicas ramas principales. Este árbol está dispuesto para ser recogido mecánicamente por un vibrador multidireccional de troncos equipado con paraguas invertido que recibirá los frutos derribados por el vibrador.

Efectivamente, la vibración se transmite con mayor eficacia en ramas las verticales y en las erguidas que en las ramas horizontales y en las péndulas. En igual posición se consiguen mayores porcentajes de derribo de frutos en ramas sensiblemente rectas, o en las que al menos no se presentan cambios bruscos de dirección.



▲ Fotografía 6.6. Armazón de un olivo de la variedad 'Galega' en Elvas (Portugal), formado sobre un único tronco y tres ramas principales, bifurcadas dicotómicamente. Esta estructura puede ser ideal para facilitar la recogida mecánica con vibrador.

La supresión por la poda de todas las ramas péndulas, tratando de aumentar el porcentaje de derribo con el vibrador, no parece agronómicamente aconsejable, ya que nos llevaría a eliminar del árbol aquellas ramas que por su curvatura y situación son las que parecen tener una fructificación más segura y abundante, y de aquí la conveniencia de conservarlas para no afectar negativamente a la producción del olivar. El acortamiento de las ramas péndulas es interesante para aumentar la eficacia del vibrador. *Herruzo et al. (1975)* observaron en ramas péndulas como a menor longitud mayor es la eficacia del vibrador, no habiendo encontrado los mencionados autores relación alguna entre la longitud de las ramas horizontales y verticales y la eficacia en el derribo.

Según *Tombesi y Jacoboni (1974)*, es igualmente interesante aumentar la rigidez de las ramas, habiendo obtenido los mencionados autores en ramas rígidas, semirrígidas y oscilantes eficacias de derribo del 82, 60 y 20% respectivamente.

Para igual volumen de copa, árboles de copa muy densa presentan igualmente mayor masa a vibrar, ocasionando el follaje una cierta amortiguación de la vibración. Además, este tipo de árboles producen frutos de menor tamaño. Sabemos que un fruto se desprende por vibración cuando su resistencia al desprendimiento dividida por su peso es menor que la aceleración a la que le somete el movimiento vibratorio, por lo que a igualdad de condiciones, un fruto grueso se desprenderá mejor que un fruto pequeño.

### 6.3.2. Criterios de actuación sobre los árboles para mejorar la eficacia de los vibradores multidireccionales de troncos

Teniendo en cuenta las anteriores observaciones, podemos establecer algunos criterios de actuación sobre las plantaciones ya existentes y para las que se realicen en un futuro, lo que sin duda permitirá mejorar la eficacia del derribo de frutos con el vibrador y el rendimiento horario de estas máquinas:

- 1) En los árboles de varios troncos se recomienda reducir el número de ellos, pero procurando hacerlo escalonadamente para no reducir en exceso el volumen de copa de la plantación, lo que provocaría una importante pérdida de producción.
- 2) En la medida en que lo permita la tendencia natural de la variedad, se procurará conseguir árboles de porte erguido, con las ramas principales formando ángulos no muy abiertos con respecto a la vertical, y con las ramas secundarias lo más rectas posible, sin cambios bruscos de dirección.
- 3) Se procurará reducir al máximo el número de ramas péndulas, y de las que quedan en el árbol se reducirá su longitud, con lo que además se mejorará la visibilidad del tronco por el maquinista, facilitando las operaciones de agarre de la pinza vibradora, facilitándose igualmente la recolección (manual o mecánica) de los frutos caídos al suelo de forma natural.
- 4) En los olivos con copas densas se realizará un racional aclareo de la copa, eliminando ramas de tercer o cuarto orden y nunca brotaciones finas; de este modo se reducirá la masa vegetativa del árbol, aumentando el tamaño de la aceituna, lo que contribuirá a aumentar el porcentaje de derribo de frutos con el vibrador.
- 5) Las nuevas plantaciones, como ya hemos dicho, se formarán con un solo tronco, con la cruz próxima a un metro sobre el suelo y con un armazón robusto compuesto por 2-3 ramas principales. Teniendo en cuenta que los vibradores de serie manejan correctamente volúmenes de copa por olivo de unos 40 m<sup>3</sup>, para un volumen de copa de 8.000 a 10.000 m<sup>3</sup>/ha se necesitaría plantar 200-250 olivos/ha, que son las densidades que hemos recomendado desde el punto de vista agronómico. En el

caso del regadío, en donde cabe esperar un volumen de copa de unos 12.000 m<sup>3</sup>/ha, una densidad de plantación de 300 olivos/ha sería la recomendable.

Debemos decir finalmente que en ningún modo debe sacrificarse en exceso la producción del olivar, tratando con ello de conseguir una mayor eficacia en el derribo, ya que si los aumentos de eficacia conseguidos al modificar la estructura de los olivos no son grandes, podríamos recolectar, con cada intervención de la vibradora, menor cantidad de frutos que en el caso en que no se hubiera realizado una poda de adaptación a la mecanización.

Diversos trabajos experimentales han mostrado (Loreti y Vitagliano, 1986; Santos, 1988), que es posible realizar podas de adaptación a la recogida mecánica con vibrador sin que ello traiga consigo pérdidas de producción, habiéndose demostrado por los mencionados autores que estos sistemas de poda son más racionales que algunos de los métodos tradicionales practicados en determinadas zonas. Los datos experimentales así nos lo indican.

#### 6.3.3. Un ensayo de poda de adaptación a la recolección mecánica con vibrador en plantación intensiva joven

Tratando de conseguir árboles mejor adaptados a la recolección mecánica con vibrador multidireccional de troncos, en el año 1992 planteamos un ensayo en la localidad sevillana de Gilena, en un olivar de la variedad 'Arbequina' (teóricamente mal adaptada a la recolección por vibración), plantado en el año 1988 con un marco de plantación 8x5 m (250 olivos/ha) utilizando plantones de 1 metro de altura formados con un tronco en el vivero. Hasta el momento de comienzo del ensayo (los olivos tenían ya 4 años), el propietario había formado los olivos con un único tronco y 5-6 ramas principales. Los olivos disponen de riego de apoyo muy deficitario (< 1.500 m<sup>3</sup>/ha), registrándose en la zona una pluviometría media de unos 500 mm, aunque en los años 94 y 95 las lluvias fueron escasas.

Los tres sistemas de poda utilizados han sido los siguientes:

- **Poda normal:** se realiza anualmente, de forma escalonada se forman los olivos con 3 ramas principales, realizándose un aclareo normal de ramos finos para mantener una copa bien iluminada, suprimiéndose igualmente los **chupones** más vigorosos. Se mantiene un número moderado de ramas péndulas.
- **Poda poco intensa:** se realiza anualmente, no eliminándose ramas principales, y realizando un muy moderado aclareo de ramos finos suprimiéndose igualmente los **chupones** más vigorosos. Se mantiene la mayoría de las ramas péndulas.
- **Poda de adaptación a la recolección con vibrador:** el año en que comenzó el ensayo se siguieron de una forma drástica las normas expuestas en los apartados anteriores, limitándose a tres el número de ramas principales, dejando solamente las ramas más verticales y vigorosas, y eliminando sistemáticamente las ramas péndulas, por lo que el tronco quedó al descubierto y bien visible, para facilitar el agarre del vibrador. Se realiza igualmente un aclareo de la copa en base a

la eliminación de ramas finas. La poda se realiza cada dos años en este caso, respetando en lo posible la verticalidad y rigidez de las ramas.

Anualmente los árboles se recolectaron con los frutos en enero, momento en el que en esta variedad se obtiene una mejor calidad organoléptica de los aceites, pero en el que la resistencia al desprendimiento es muy grande, lo que dificulta el derribo con vibrador, teniendo en cuenta además el pequeño tamaño de los frutos de esta variedad. La recolección de la aceituna se realizó anualmente utilizando un vibrador multidireccional de troncos de serie, marca Halcón, limitándose todos los años a 10 segundos el tiempo total de vibración, para establecer mayores diferencias en el experimento, no permitiendo el vareo manual simultaneo a la vibración, lo que se realiza habitualmente en la explotación, y con lo que se consigue una eficacia del derribo del 100%.

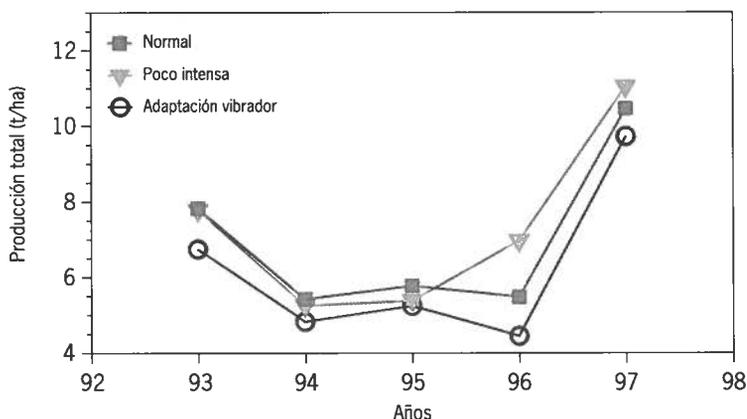
En la Figura 6.12. presentamos las producciones medias de aceituna obtenidas anualmente (años 1993 a 1997) en cada uno de los tres sistemas de poda ensayados. Los olivos en los que anualmente se ha obtenido menor producción de aceitunas es en los que se ha aplicado la **poda de adaptación al vibrador** (24,8 Kg/árbol), observándose las mayores diferencias en los años de pluviometría normal o alta ( 1993, 1996 y 1997), mientras que las diferencias fueron pequeñas en los años secos (1994 y 1995). Si comparamos las producciones medias obtenidas en los olivos con **poda normal** (28,0 Kg/olivo) y con **poda poco intensa** (29,2 Kg/olivo), vemos como las diferencias son pequeñas y no significativas, observándose las mayores diferencias para los años 1996 y 1997 en los que los olivos dispusieron de mayor cantidad de agua.

En la Figura 6.13. presentamos los porcentajes de frutos derribados por el vibrador, para cada uno de los años y sistemas de poda. La mayor eficacia media de vibración se obtuvo el año 1995 (91,9%), mientras que en el año 1994 se llegó solamente al 57,6% debido a un defectuoso estado de la máquina el día en que se realizó la recolección. Los restantes años las eficacias fueron similares, estando comprendidas entre el 76,9 y el 83,5%, cifras que creemos pueden ser representativas de esta variedad en la época en que se realizó la recolección. Si nos referimos a los tratamientos de poda, vemos como la mayor eficacia media en el derribo se obtuvo en los árboles con **poda de adaptación al vibrador** (80,5%), un poco mayor que las obtenidas en la **poda poco intensa** (78,7%) y en la **poda normal** (77,3). En los años 1993, 1994 y 1997 se mantuvo esta tendencia, mientras que en 1995 y 1996 en los olivos con **poda poco intensa** fue en los que la eficacia fue mayor, sin que encontremos una explicación lógica a este hecho.

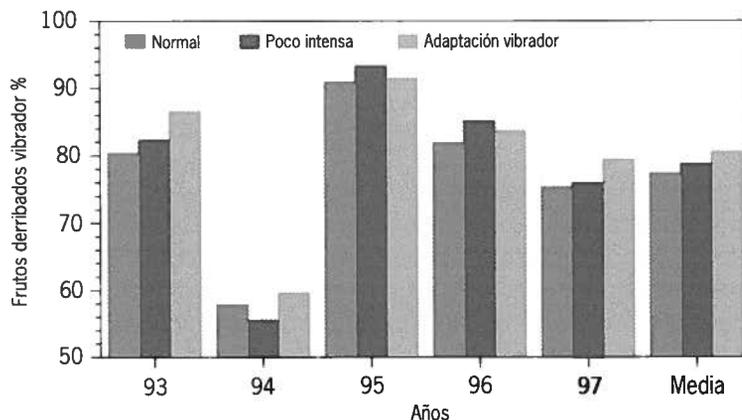
Por último, en la Figura 6.14. presentamos los kilogramos de cosecha recolectados mecánicamente en cada uno de los tratamientos de poda. Debido a las escasas diferencias en las eficacias de derribo con vibrador observadas entre los distintos sistemas de poda la cosecha total de los árboles ha tenido un mayor peso específico, por lo que la cosecha media recogida mecánicamente ha sido mayor en el tratamiento con **poda poco intensa** (22,96 Kg/olivo), seguido por la **poda normal** (21,66 Kg/olivo) y finalmente por la **poda de adaptación al vibrador** (20,00Kg/olivo).



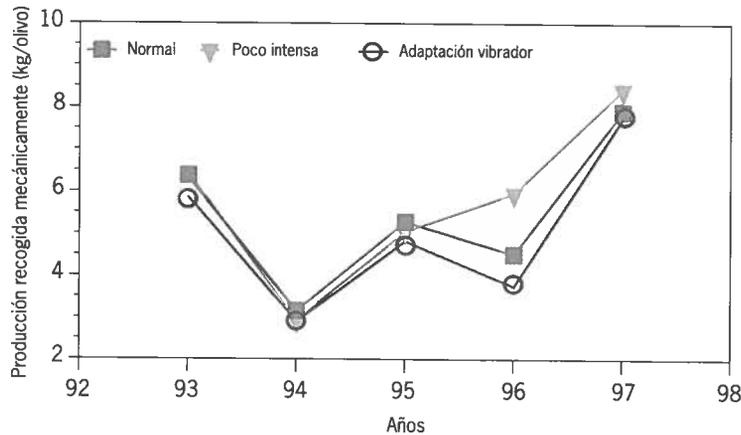
**Figura 6.12. Producciones de aceituna obtenidas en el Cortijo El Marqués (Gilena) durante cinco años en un ensayo de poda de formación para la adaptación de los árboles a la recolección mecánica con vibrador de troncos. Los árboles en plantación intensiva (250 olivos/ha) son de la variedad 'Arbequina' y tenían 5 años cuando comenzó el ensayo. La poda de adaptación a la mecanización ocasionó significativas pérdidas de producción con respecto a otros tipos de poda menos severas.**



**Figura 6.13. Porcentaje de aceitunas derribadas durante cinco años en un olivar de la variedad 'Arbequina' (Figura 11) en cada uno de los tres sistemas de poda de formación ensayados. La poda de adaptación a la recolección con vibrador aumentó la eficacia en el derribo de aceitunas con respecto a los otros dos sistemas de poda.**



**Figura 6.14.** Como consecuencia de los datos presentados en las Figuras 6.11. y 6.12., la mayor cantidad de frutos recolectados mecánicamente por el vibrador se observó en el sistema de poda de formación menos severo, aunque la poda de adaptación a la recogida mecánica con vibrador aumentase el porcentaje de derribo. Cuando se emplea un vibrador que puede mover adecuadamente los árboles, el tipo de poda de formación realizada apenas tiene influencia sobre el rendimiento de la máquina.



Tratando de buscar explicaciones a las discrepancias observadas con respecto a los experimentos planteados por *Loreti y Vitagliano (1986)* y *Santos (1988)* en los que como dijimos podas de adaptación a la mecanización mejoraron no solo el porcentaje de derribo con el vibrado sino también la producción total, cabe hacer los siguientes comentarios:

- Cuando los olivos tienen un volumen de copa que está dentro del rango que el vibrador puede mover eficazmente, lo que ocurre en nuestro ensayo, la estructura del árbol tiene una importancia relativa en la eficacia del derribo.
- En los ensayos de *Loreti* y *Santos* se trabajó con olivos de un tronco, adultos y cargados de madera, por lo que la poda que realizaron, que eliminó madera (peso) y volumen de copa, no solamente mejoró la eficacia de derribo, sino que provocó un rejuvenecimiento de los árboles, por lo que mejoró la producción del olivar. Los datos presentados ponen de manifiesto que muchas veces el problema del derribo de los frutos puede ser únicamente el utilizar una máquina con potencia suficiente que permita vibrar los árboles con la amplitud y frecuencia requerida para un determinado tipo de olivar, y deben dedicarse todos los esfuerzos técnicos en esta materia a determinar los parámetros de vibración más idóneos para cada tipo de olivar.

## **7. MODELO DE MANEJO UNA PLANTACIÓN DE OLIVAR**



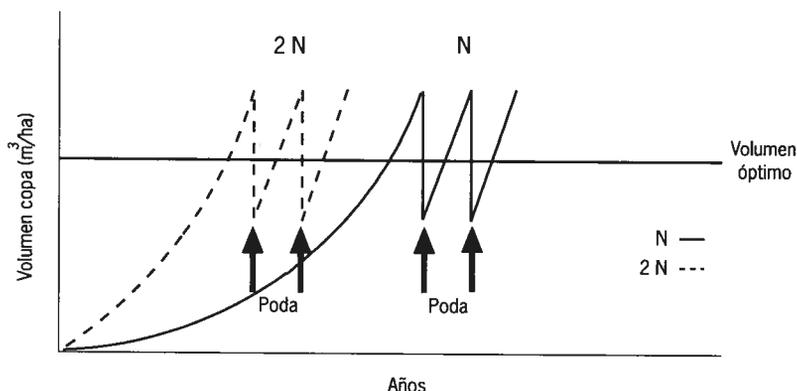
## 7. MODELO DE MANEJO UNA PLANTACIÓN DE OLIVAR

Tal como se dijo en el Capítulo 4, independientemente de la densidad de plantación utilizada, existe un **volumen óptimo de copa** que depende exclusivamente de la calidad del medio (suelo, pluviometría, demanda evaporativa, radiación), y con este volumen las plantaciones producirán cosechas abundantes y de óptima calidad.

Sin embargo, por sí misma la plantación no regula su desarrollo, por lo que si no se interviene mediante la poda, única forma posible de controlar el vigor de los árboles, se pueden llegar a alcanzar desarrollos de copa que ocasionan, en primer lugar una fuerte competencia entre árboles por el **agua** (caso de la olivicultura de secano) y por la **luz** (caso de la olivicultura de riego), que pueden afectar a la calidad de las cosechas (frutos pequeños y bajos rendimientos grasos), provocar la alternancia de producción y finalmente ocasionar una reducción permanente de la producción, lo que se ha documentado en el mencionado capítulo.

Durante los primeros años, debe conseguirse el máximo crecimiento de los olivos, procurando alcanzar en el menor tiempo posible el **volumen óptimo de copa**, con lo que se obtendrán las máximas producciones. En la Figura 7.1. mostramos esquemáticamente el modelo de manejo de una plantación tradicional con N y 2N olivos por hectárea. En la figura vemos como la densidad de plantación juega un papel importantísimo, ya que a mayor densidad, menor será el número de años necesario para alcanzar el volumen óptimo, teniendo además una gran influencia los cuidados culturales aplicados a la plantación (agua, fertilización nitrogenada y ausencia de plagas o enfermedades, fundamentalmente), así como la realización de podas muy poco severas.

**Figura 7.1. Se presenta el modelo de manejo de plantaciones de olivar. El objetivo es alcanzar cuanto antes el volumen óptimo productivo por hectárea. Cuanto mayor es la densidad de plantación antes se alcanzará el volumen óptimo, y mediante la poda debemos intentar mantener los volúmenes de copa de la plantación en valores próximos al óptimo, lo que permitirá obtener la máxima producción. Hasta alcanzar el volumen óptimo se realizaran podas muy poco severas.**



Sin embargo, es necesario vigilar anualmente el desarrollo de los árboles, evitando superar el **volumen óptimo de copa** del medio. Para lo cual es necesario, en primer lugar, conocer este volumen óptimo, mediante observaciones realizadas en la zona (ver Tabla 4.1.), y una vez determinado este valor umbral, estimar anualmente el volumen de nuestra plantación, de modo que siempre conozcamos el volumen de copa en el que nos encontramos. Si el volumen de copa de nuestra plantación se sitúa por debajo del **volumen óptimo**, se realizarán podas muy poco severas, tendentes únicamente a mejorar la iluminación en el interior del árbol, sin disminuir por tanto el volumen de copa. Pero si el volumen de los árboles superase el **óptimo**, sería necesario realizar podas severas que sitúen el volumen de copa un poco por debajo del volumen umbral. Como ya se dijo, en olivar solo se dispone de la poda para controlar el desarrollo de la plantación.

Para estimar el volumen de copa de nuestra plantación es necesario realizar medidas en el campo, tomando al azar un cierto número de árboles (en función de la homogeneidad de la plantación), representativos del olivar, de los que se medirán dos diámetros de la copa perpendiculares entre sí (D1 y D2), así como su altura (H). El volumen de copa (m<sup>3</sup>/ha) viene dado por la expresión:

$$V = N \times \frac{\pi}{6} \times D1 \times D2 \times H$$

siendo N la densidad de plantación (olivos/ha), mientras que D1, D2 y H se expresan en metros.

Esta elemental medida nos permite calibrar de un modo objetivo la intensidad de la poda que debemos realizar, evitando podas drásticas que reduzcan y mantengan permanentemente el volumen de copa muy debajo de la capacidad productiva óptima del medio, limitando por tanto su productividad potencial.

En el olivar andaluz que vegeta en suelos profundos arcillosos y con pluviometría media de unos 500 mm al año, el **volumen de copa óptimo** debe situarse en el intervalo 8.000-10.000 m<sup>3</sup>/ha, mientras que en riego pueden y deben mantenerse entre 12.000-15.000 m<sup>3</sup>/ha, dependiendo de la pluviometría y/o de la cantidad de agua de riego que pueda aportarse. En otras condiciones edafoclimáticas de cultivo es necesario hacer un trabajo previo para determinar el volumen óptimo. Así en Sfax (zona central de Tunicia) con una pluviometría media anual de 200 mm se mantienen volúmenes óptimos de copa de unos 3.000 m<sup>3</sup>/ha, mientras que en zonas de secano de Andalucía con 400 mm de lluvia sería un poco temerario sobrepasar los 7.000 m<sup>3</sup>/ha.

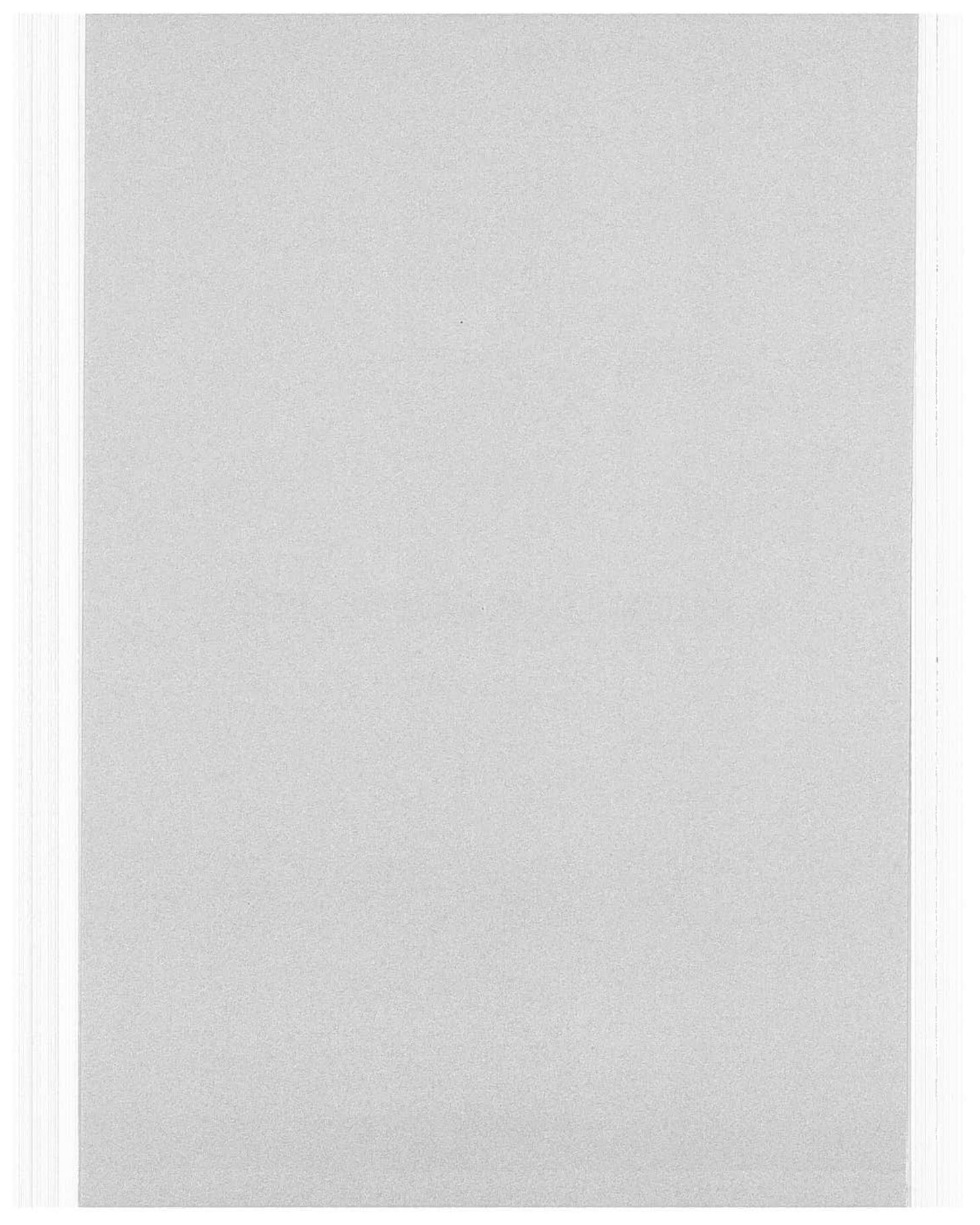


▲ Fotografía 7.1. Para el manejo de una plantación de olivar, y especialmente las plantaciones intensivas, es fundamental conocer el volumen de copa de los olivos. Para ello es necesario medir el diámetro de la copa y la altura de un número representativo de árboles de la plantación. Arriba los operarios determinan el diámetro de la copa valiéndose de un jalón graduado. Abajo la determinación de la altura.





## **8. SISTEMAS DE MANEJO DE SUELO**



## 8. SISTEMAS DE MANEJO DE SUELO

### 8.1. Introducción

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 período muy seco (junio-septiembre), y un período lluvioso, otoño-invierno, en el que por término medio se produce el 70% 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 por el cultivo en transpiración en esta época es relativamente reducido. Durante gran parte de la primavera y en 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 conseguir **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 limitando **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.

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 (1990)*, una media de más de **80 toneladas de suelo por hectárea** se pierden anualmente en los cultivos leñosos, pérdidas que son aún mayores en los suelos con fuertes pendientes (*Laguna, 1989*).

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 períodos de sequía con lluvias de gran intensidad en un corto período 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.

Poco puede hacer el agricultor para modificar estos factores, 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 la forma natural ni la más idónea para el mantenimiento del 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 globalmente la erosión (*Blevins, 1986*). En la lucha contra la erosión en suelos en pendiente, solamente el mantenimiento de una cobertura vegetal permite una lucha eficaz contra las pérdidas de suelo.

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 sub-parcela, la técnica más adecuada de acuerdo con sus características.

En los últimos años mucho se ha discutido sobre cual es el sistema más 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 atrevemos 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, 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 **Tabla 8.1.** se presentan las producciones obtenidas durante veinte años, en donde podemos observar 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, ya que se obtuvo un aumento medio de producción en el período considerado del 27%.

**Tabla 8.1. Producciones de aceitunas obtenidas en el ensayo de Guijarrillo (Campo 1) en el que en un olivar plantado a marco 8 x 8 m se comparan en el periodo 1978-1997 las producciones de aceitunas obtenidas en árboles cultivados en laboreo y no-laboreo. Se muestran igualmente en la cuarta columna los aumentos (+) o pérdidas (-) de producción observados en NL con respecto a L.**

| Años  | Laboreo | No-Laboreo | Aumentos o pérdidas de producción (%) |
|-------|---------|------------|---------------------------------------|
| 1979  | 36,48   | 48,71      | +34                                   |
| 1980  | 23,38   | 18,65      | -20                                   |
| 1981  | 28,33   | 38,88      | +37                                   |
| 1982  | 59,58   | 65,08      | + 9                                   |
| 1983  | 24,96   | 29,86      | +20                                   |
| 1984  | 47,95   | 54,15      | +13                                   |
| 1985  | 21,98   | 19,75      | -10                                   |
| 1986  | 37,31   | 47,26      | +27                                   |
| 1987  | 61,13   | 69,08      | +13                                   |
| 1988  | 31,33   | 32,13      | + 3                                   |
| 1989  | 17,75   | 34,38      | +94                                   |
| 1990  | 53,25   | 55,63      | + 4                                   |
| 1991  | 24,92   | 36,58      | +47                                   |
| 1992  | 31,33   | 32,46      | + 4                                   |
| 1993  | 2,29    | 13,25      | +479                                  |
| 1994  | 9,38    | 40,71      | +334                                  |
| 1995  | 0       | 0          | 0                                     |
| 1996  | 37,75   | 57,95      | +54                                   |
| 1997  | 41,92   | 54,96      | +31                                   |
| Media | 31,11   | 39,45      | +27                                   |

Conocidos los datos anteriores 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 1.983 se planteó un nuevo ensayo en olivos de la misma plantación empleándose un diseño experimental 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 (Tabla 8.2.), proporcionando el laboreo convencional los mejores resultados en el período 1984 a 1992, en el que se perdió en **NL** un 3% de la producción. Sin embargo, en agricultura no existen verdades absolutas, y en el período 1993-1995, 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, lo que compensó con creces las pérdidas de cosecha observadas en la primera etapa del experimento, consiguiéndose en los últimos años (período 1993-1997) en **NL** un aumento de producción del 23% con respecto al olivar labrado.

**Tabla 8.2. Producciones de aceitunas obtenidas en el ensayo de Gujarrillo (Campo 2) en el que en un olivar plantado a marco 8 x 8 m se comparan en el período 1978-1997 las producciones de aceitunas obtenidas en árboles cultivados en laboreo y no-laboreo. Se muestran igualmente en la cuarta columna los aumentos (+) o pérdidas (-) de producción observados en **NL** con respecto a L.**

| Años  | Laboreo | No-Laboreo | Aumentos o pérdidas de producción (%) |
|-------|---------|------------|---------------------------------------|
| 1984  | 50,96   | 46,88      | -8                                    |
| 1985  | 35,98   | 44,74      | +24                                   |
| 1986  | 47,46   | 44,11      | -7                                    |
| 1987  | 55,92   | 53,61      | -4                                    |
| 1988  | 22,55   | 17,8       | -21                                   |
| 1989  | 6,35    | 5,42       | -15                                   |
| 1990  | 61      | 64,07      | +5                                    |
| 1991  | 27,5    | 24,4       | -11                                   |
| 1992  | 29,6    | 23,97      | -19                                   |
| 1993  | 0       | 0          | 0                                     |
| 1994  | 10,4    | 23,4       | +125                                  |
| 1995  | 0       | 0          | 0                                     |
| 1996  | 45,95   | 52,4       | +14                                   |
| 1997  | 44,25   | 48,4       | +9                                    |
| Media | 31,28   | 32,09      | +3                                    |

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 más de un sistema, según zonas, o por la utilización de sistemas mixtos, combinando dos o más de ellos, debiéndose discutir previamente sus ventajas e inconvenientes, para posteriormente aplicarlos correctamente.

El sistema de cultivo que utilicemos en nuestro olivar 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, y cuya realización se dificulta enormemente en años lluviosos.

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 8.3. se presenta de forma esquemática las diferentes alternativas de cultivo que pueden utilizarse en el cultivo del olivar en seco.

**Tabla 8.3. Esquema de las diferentes alternativas de cultivo que pueden emplearse en olivar en secano.**

| SISTEMAS DE CULTIVO EN OLIVAR |  |
|-------------------------------|--|
| Con suelo desnudo             | <p>Laboreo convencional</p> <p>No-laboreo</p> <p>Laboreo reducido</p> <p>Semilaboreo<br/>Mínimo laboreo</p>              |
| Con cobertura de suelo        | <p>Con cubierta inerte</p> <p>Hojas y restos de poda triturados<br/>Piedras<br/>Paja<br/>Materias diversas</p>           |
|                               | <p>Con cubierta vegetal viva</p> <p>Plantas cultivadas con crecimiento controlado mediante siega</p>                     |
|                               | <p>Malas hierbas</p> <p>Sin manejo específico</p> <p>Siega</p> <p>Química con herbicida<br/>Mecánica</p> <p>Pastoreo</p> |
|                               | <p>Cereal</p> <p>Leguminosa</p> <p>Siega</p> <p>Química con herbicida<br/>Mecánica<br/>Pastoreo</p>                      |

## 8.2. Sistemas de cultivo en olivar

### 8.2.1. El laboreo

Es el sistema de cultivo más utilizado por los olivares, 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 olivo. En este sistema de cultivo el suelo se mantiene desnudo de vegetación durante todo el año mediante la realización continuada de labores, principio básico de la aridicultura mediterránea.

Los sistemas de laboreo han variado sustancialmente en olivar durante los últimos 20 años. Los aperos que voltean el suelo, como las **vertederas**, casi han dejado de utilizarse, y otros como las **gradas de discos**, son cada vez menos empleados.

En la actualidad los aperos de labranza vertical, como **cultivadores** y **vibrocultivadores**, son ya los más utilizados por los olivares, existiendo una tendencia a la reducción de la profundidad de las labores.

A continuación se describe esquemáticamente el modelo de labores que realizan los olivares. Una vez realizada la recolección de las aceitunas, en invierno, se procede a realizar la labor de **alzado** utilizando el **cultivador**. Su misión es abrir el suelo y prepararlo para infiltrar el agua de lluvia. Se realiza cuando las malas hierbas tienen un pequeño desarrollo y se emplean tractores de 70-90 CV de potencia.

En los meses siguientes, hasta que llega la estación seca, el agricultor sigue labrando de forma relativamente continuada, 2 a 4 labores cruzadas más, en función de la intensidad y frecuencia de las lluvias, con la misión de eliminar las hierbas, tapar las huellas de la erosión, y pulverizar el suelo, preparándolo para pasar el verano en este estado.

En años lluviosos es frecuente el empleo de la **grada de discos**, en especial cuando no se han controlado adecuadamente y precozmente las malas hierbas, por lo que estas han alcanzado un gran desarrollo. Este apero, que deja el suelo muy disgregado y desterronado, como gusta al olivareño, es muy eficaz en el control de las malas hierbas, pero al voltear el suelo ocasiona grandes pérdidas de agua por evaporación, especialmente en primavera, dando lugar a la formación de **suelas de labor** compactadas a cierta profundidad, bajo la capa arada, que limitan la infiltración del agua de lluvia hacia las capas más profundas.

En verano, con la superficie de suelo ya seca y disgregada, se realizan constantemente labores superficiales, empleando **gradas de púas** o **rastras**, cuya misión, **según el olivareño**, es crear nubes de polvo que tapen estomas, para reducir así la transpiración de los olivos y además romper la capilaridad del suelo y tapar las grietas, con lo que pretende reducir la evaporación y conservar el agua en el suelo. Estos aspectos, base teórica del tradicional cultivo de secano en zonas áridas, no parece soportar totalmente la crítica científica en el estado actual de conocimientos en la materia.



La última operación anual de cultivo es la **preparación del terreno para la recolección**. En muchas variedades y años es frecuente la caída de frutos al suelo de forma natural, tras sus maduración. El coste de recolección de estos frutos depende en gran medida del estado del terreno. Un suelo compactado y sin hierba es el que permite una recolección a mínimo coste (Benavides y Civantos, 1982). Por estas razones el oliverero compacta el suelo con un rulo y/o despedrega el terreno bajo la copa de los olivos al final del verano y antes de las primeras lluvias otoñales, aplicando posteriormente herbicidas residuales en esta zona para mantener el suelo libre de malas hierbas durante el invierno.

Una vez descritas en su conjunto las operaciones de **laboreo**, cabe preguntarnos, de nuevo, si este sistema de cultivo es el más idóneo.

Únicamente la mejora temporal de la infiltración parece justificar técnicamente el **laboreo**, dependiendo su eficacia del **tipo de apero** empleado y del **tempo** 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 se produce un episodio de lluvia de cierta intensidad sobre un terreno recientemente labrado, se produce un nuevo **encostramiento** que nos lleva a 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 objeciones más importantes que cabe hacer al laboreo son: la rotura de raíces por el paso de los aperos, que ocasiona un desequilibrio en la relación funcional hoja/raíz, lo que puede limitar el crecimiento y la producción del olivo; las grandes pérdidas de suelo por erosión que se ocasionan en la mayoría de las situaciones; y el despilfarro de agua cuando se realizan las labores de primavera.

#### 8.2.2. No laboreo con suelo desnudo (NLD)

En este sistema de cultivo, también con suelo desnudo de vegetación durante todo el año, se eliminan totalmente las labores, encomendado el control de las malas hierbas a los herbicidas.

Los herbicidas deben aplicarse bien sobre el suelo desnudo, en otoño y en preemergencia de las malas hierbas, o en postemergencia temprana, mediado el otoño, después de producirse las primeras lluvias, que permitirán la germinación de la mayoría de las hierbas de ciclo invernal, que son las más abundantes en olivar. Las malas hierbas perennes son igualmente un importante problema en el olivar, y su tratamiento debe hacerse durante la primavera, en postemergencia de la mala hierba, empleando un herbicida de traslocación. En la Tabla 8.4. presentamos esquemáticamente los herbicidas más interesantes en el cultivo del olivar, su momento de aplicación y dosis recomendadas, así como su comportamiento en el suelo, persistencia y mecanismo de acción sobre las malas hierbas, indicando su forma de movimiento dentro de la planta, datos todos ellos fundamentales a la hora de elaborar el programa mantenimiento del suelo de nuestra plantación.

**Tabla 8.4. Modo de acción, comportamiento en el suelo y forma de empleo de los herbicidas.**

| Herbicida        | Modo de Acción |          |                           | Comportamiento en Suelo |              |  | Forma de Empleo más frecuente | Movimiento en la Planta |
|------------------|----------------|----------|---------------------------|-------------------------|--------------|--|-------------------------------|-------------------------|
|                  | Residual       | Contacto | Traslocación (vía floema) | Adsorción               | Persistencia |  |                               |                         |
| Simazina         | ** *           | 0        | 0                         | ++ +                    | # #          |  | Preemergencia                 | xilema                  |
| Terbutilazina    | ** *           | 0        | *                         | + +                     | # #          |  | Post-temprana                 | xilema                  |
| Diuron           | ** *           | *        | 0                         | ++ +                    | # #          |  | Preemergencia (1)             | xilema                  |
| Diquat           | 0              | ** *     | 0                         | ++ +                    | 0            |  | Postemergencia                | 0                       |
| Paraquat         | 0              | ** *     | *                         | ++ +                    | 0            |  | Postemergencia                | 0                       |
| M.C.P.A.         | *              | 0        | ** *                      | +                       | #            |  | Postemergencia                | floema                  |
| Fluroxipir       | *              | 0        | ** *                      | +                       | #            |  | Postemergencia                | floema                  |
| Aminotriazol     | *              | 0        | ** *                      | ++                      | #            |  | Postemergencia                | xilema/floema           |
| Glifosato        | 0              | 0        | ** *                      | ++ +                    | 0            |  | Postemergencia                | xilema/floema           |
| Sulfosato        | 0              | 0        | ** *                      | ++ +                    | 0            |  | Postemergencia                | xilema/floema           |
| Glufosinato      | 0              | ** *     | *                         | ++ +                    | 0            |  | Postemergencia                | 0                       |
| Oxifluorfen      | ** *           | ** *     | 0                         | ++ +                    | # #          |  | Preem-Postem.                 | 0                       |
| Tiazopir         | ** *           | 0        | 0                         | ++ +                    | # #          |  | Preemergencia                 | 0                       |
| Norflurazona     | ** *           | 0        | 0                         | ++ +                    | # #          |  | Preemergencia                 | xilema                  |
| Diflufenican (2) | **             | **       | 0                         | ++ +                    | # #          |  | Post-temprana                 | 0                       |

MODO DE ACCIÓN: (0) nula (\*), débil (\*\*), importante (\*\*\*) muy importante.

ADSORCIÓN: (+) débil (++) moderada (+++) importante (++++) muy importante.

PERSISTENCIA EN SUELO: (0) nula (#) semanas (##) mediana (###) pocos meses (####) más de 4 meses.

MOVIMIENTO EN LA PLANTA: ascendente-xilema; descendente-floema; ascendente-descendente; (0) sin movimiento dentro de la planta.

(1) Efecto de contacto cuando se hace una aplicación en postemergencia muy temprana, siempre que se añada un mojanete.

(2) En el mercado solamente se encuentra formulado en mezcla con glifosato.

Los herbicidas de preemergencia más utilizados en no-laboreo son **simazina** y **diurón**, herbicidas que se aplican sobre la superficie del suelo y que ejercen su acción herbicida inhibiendo la fotosíntesis, una vez absorbidos por las raíces de las malas hierbas de la solución del suelo, por lo que estas mueren cuando han agotado sus reservas.

Mucho se ha hablado de la tolerancia a largo plazo del olivo a **simazina** y **diurón**. Anualmente y durante 19 años de forma ininterrumpida, hemos aplicado a dos olivares adultos de Nueva Carteya y Mengíbar dosis de 2, 3,5 y 5 Kg/ha de los mencionados herbicidas. Las producciones no se han visto afectadas por este hecho, con respecto a olivos control no tratados con herbicida. Los análisis de suelos realizados tampoco muestran su acumulación en el terreno, habiéndose demostrado la relativamente rápida degradación de estas moléculas por actividad microbiana (*Martínez Ruiz et al., 1996*), capacidad de degradación que se ha visto incrementada en el transcurso de los años tras la aplicación reiterada del herbicida (*Saavedra y Pastor, 1996*).

Otros herbicidas residuales autorizados en olivar, con contrastada eficacia y selectividad son los siguientes: **clortolurón**, **diflufenican**, **norflurazona**, **oxifluorfen**, **terbutrina**, **terbutilazina** y **tiazopir**.

Teniendo en cuenta que el control total de todas las malas hierbas es difícil con cualquiera de estos herbicidas, es aconsejable controlar los rodales de vegetación que han tolerado el tratamiento anterior, realizando aplicaciones dirigidas únicamente sobre las zonas afectadas, empleando para ello pulverizadores manuales y herbicidas de contacto o traslocación de amplio espectro, como por ejemplo **glifosato** o **sulfosato**, o si predominan las especies perennes de hoja ancha, la mezcla **glifosato+MCPA** o **fluroxipir**. Estos tratamientos son muy necesarios, pues con el tiempo las hierbas tolerantes no bien controladas pueden acabar ocasionado un grave problema de **inversión de flora**, dando lugar a una gran cobertura del terreno, que puede acabar por hacer inviable el sistema debido a la competencia por el agua entre las malas hierbas y el olivar (*Pastor, 1989a*).

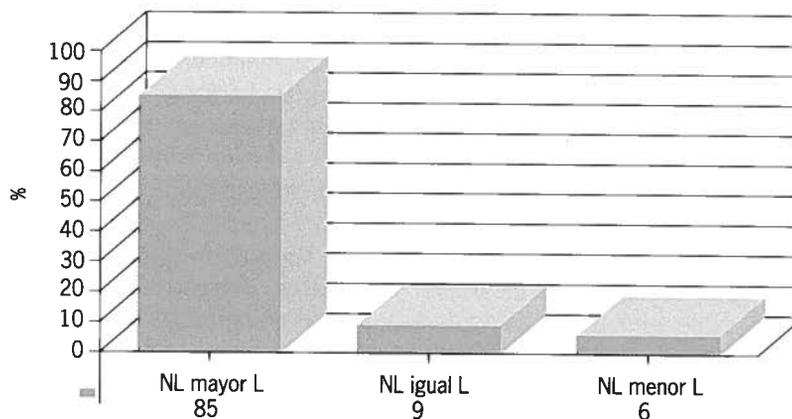
Si no quisiéramos aplicar herbicidas residuales, también en **NLD** puede mantenerse el suelo libre de vegetación mediante la aplicación de herbicidas de postemergencia (contacto o traslocación), cuando las hierbas tienen un pequeño desarrollo (2-3 hojas como máximo), lo que permite emplear dosis muy bajas de herbicida, haciendo más económico el tratamiento. En el mercado existe una amplia gama de moléculas autorizadas, entre ellas podemos citar **aminotriazol** (contemplar las restricciones legales sobre épocas de empleo), **diquat + paraquat**, **fluroxipir**, **glifosato**, **glifosato + M.C.P.A.**, **glufosinato de amonio**, **sulfosato**, **glifosato + diflufenican**. Normalmente si no se mezclan estos herbicidas con un herbicida residual, es necesario realizar más de una aplicación anual para mantener el terreno libre de malas hierbas.

Aunque desde el punto de vista de la producción del cultivo el sistema de **NLD** proporciona casi siempre ventajas, así como una reducción global de la erosión, también

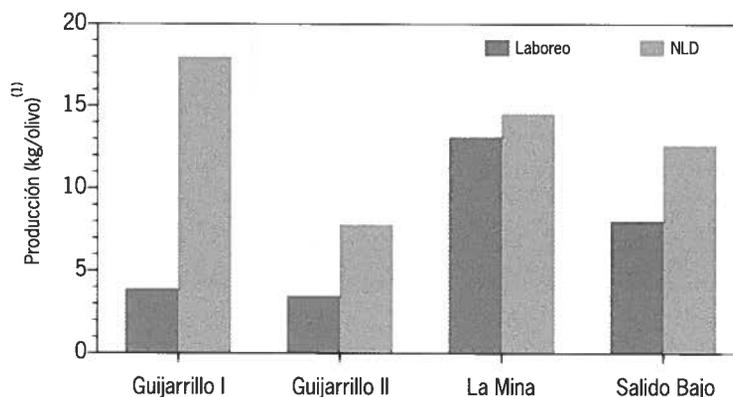
presenta algunos inconvenientes: **inversión de flora** hacia especies de malas hierbas no bien controladas por los herbicidas residuales; y el que es quizás el inconveniente más importante, la **erosión en cárcavas profundas** en las zonas de desagüe natural del agua de escorrentía. Este tipo de erosión suele ser intensa en **NLD**, ya que en este sistema de cultivo se reduce la velocidad de infiltración, por lo que cuando se producen aguaceros de cierta intensidad, los volúmenes de escorrentía son grandes y su efecto erosivo es también grande, quedando sus huellas permanentemente sobre el terreno.

En parcelas de olivar en las que durante varios años se empleó el **NLD** se consiguieron excelentes resultados en Andalucía (*Pastor y Guerrero, 1990*), con mayores producciones que en laboreo convencional en el 85% de los ensayos (Figura 8.1.), observándose un aumento medio de producción del 16% para el conjunto de los 88 ensayos que se realizaron bajo supervisión oficial. En los períodos de sequía, como lo fue el comprendido entre los años 1993 y 1995, las diferencias de producción a favor del **NLD** fueron importantes, como podemos ver en los datos de cuatro ensayos presentados en la Figura 8.2., tendencia que se puso en evidencia incluso en ensayos en los que en los años de pluviometría normal se venían observando en NLD ciertas pérdidas de producción (Tabla 8.2.). Sólo en el 5% de los 88 ensayos que se plantearon se observaron pérdidas de producción en no-laboreo con respecto al sistema tradicional. Estas pérdidas de producción son debidas a la menor infiltración de agua de lluvia en el suelo no labrado (*Pastor, 1991*) como consecuencia de la formación de una *costra poco permeable* en su superficie.

**Figura 8.1. Producciones medias de aceitunas obtenidas en 88 ensayos manejo y Pesca del suelo de larga duración realizados por técnicos de la Consejería de Agricultura y Pesca en Andalucía. En una importante mayoría de las explotaciones los olivos cultivados sin laboreo (NL) produjeron más que los labrados. Para el conjunto de todos los ensayos y años, se observó en NL un aumento medio de producción del 16%.**



**Figura 8.2.** En los años secos es en los que se observa una respuesta más favorable de los olivos al NL. Se muestran datos de 4 ensayos de larga duración realizados en las provincias de Córdoba y Jaén. Las labores ocasionan en primavera unas importantes pérdidas de agua, agua que es aprovechada por los árboles no labrados, por lo que en condiciones muy limitantes el árbol es capaz de rentabilizar incluso pequeñas diferencias en el contenido de humedad en el terreno.



(1) Media de los años secos 1993 - 1994 - 1995

En las parcelas en las que simultáneamente se daba la circunstancia de existir una pronunciada pendiente y un suelo limoso con tendencia al sellado de su superficie, es en las que el **NLD** proporcionó los peores resultados, debido a las pérdidas de agua de lluvia por escorrentía superficial. En estos casos sería recomendable la aplicación de otros métodos de cultivo, o realizar modificaciones al sistema de **NLD** para poder captar la escorrentía.

En algunas zonas de la provincia de Jaén los olivareros realizan en NLD **pozas** para la captación del agua de escorrentía. Las **pozas** son pequeñas presas de tierra, semi-circulares y apoyadas sobre los troncos de los olivos para darles resistencia, realizándose desagües laterales para evitar la rotura frontal de la presa si esta se desbordara. Las pozas deben ser encadenadas entre sí, lo que crea sobre el terreno un entramado que permite reducir la velocidad del agua, lo que aumenta la infiltración y permitiendo además recoger gran parte de la escorrentía, acumulándola en la poza para su posterior infiltración, así como los sedimentos arrastrados.

La realización de las **pozas** está totalmente mecanizada mediante el acoplamiento frontal al tractor de un apero con forma de **medialuna** montado en los brazos de una pala cargadora con accionamiento hidráulico, palas que son muy frecuentes en las explotaciones olivareras. 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).



▲ Fotografía 8.1. El agua es el factor limitante de la producción del olivar. Todo aumento en la cantidad de agua disponible para el cultivo en secano se traduce en significativos aumentos de producción. En el olivar de la fotografía se han realizado pozas para almacenar agua de escorrentía. Vemos como las pozas se han llenado después de una tormenta.

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.

### 8.2.3. 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, pudiendo cruzarse la labor. Mediante el empleo de esta técnica se obtuvo durante cuatro años y 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 puede ser preferible al **NLD** con suelo desnudo.

Las estrategias a seguir en cuanto al empleo de herbicidas son idénticas a las consideradas en el caso del NLD (ver Tabla 8.4.).



▲ Fotografía 8.2. Olivar en Santisteban del Puerto (Jaén) cultivado en *mínimo laboreo*, sistema en el que se combinan aplicaciones de herbicida a todo el terreno, y labores (1 vez al año) en el centro de la calle, en invierno en este caso, cuando el suelo está con el tempero adecuado.

#### 8.2.4. Mínimo laboreo (ML)

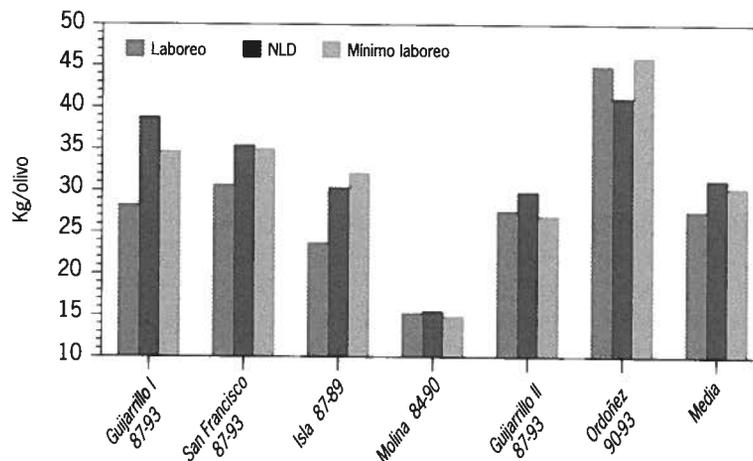
Otro sistema interesante en el cultivo del olivar podría ser el **mínimo laboreo (ML)**, sistema bastante similar al **semilaboreo**, con la diferencia de realizarse únicamente una o dos labores superficiales (5 cm de profundidad) durante el año, cuya misión es romper la **costra superficial**, responsable de la reducción de la velocidad de infiltración en algunos tipos de suelo, aplicándose herbicidas a toda la superficie para poder mantener la vegetación controlada durante todo el año. Debe quedar muy claro que en este sistema el objetivo del laboreo no es controlar las malas hierbas.

Estas labores superficiales deben realizarse cuando las pérdidas de agua sean mínimas, o cuando no dañemos el sistema radicular del olivo, no debiéndose labrar durante la primavera, momento en el que la rotura de raíces desequilibra fisiológicamente el árbol al alterar la relación funcional hoja/raíz.

Desde el punto de vista de la mejora de la infiltración, el mejor momento de realizar las labores es durante el verano, cuando la capa superficial está ya seca, y las pérdidas de agua por evaporación pueden ser mínimas, pudiendo ser suficiente esta única labor anual para mantener un adecuado nivel de infiltración. Sin embargo, existen ciertos tipos de suelo cuya superficie se endurece excesivamente tras su desecación, cuando llevan varios meses sin ser labrados, por lo que en verano es casi imposible el laboreo. En este caso deben realizarse dos labores 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 8.3. presentamos un resumen de las producciones obtenidas en diferentes ensayos realizados en Andalucía en los últimos años, comparándose el **ML** con técnicas de referencia tales 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 obtenida en **NLD**. En dicha figura vemos igualmente como en la finca *Ordóñez*, con suelos **fuertes** y en pendiente, y con marcada tendencia a la formación de **costra superficial**, fue en la que el sistema de **ML** proporcionó los resultados más interesantes desde el punto de vista de la producción, en especial con relación al **NLD**. En esta finca se venía perdiendo producción de forma sistemática al aplicar el no-laboreo.

**Figura 8.3. Producciones medias de aceitunas obtenidas en seis ensayos de sistemas de cultivo en olivar en las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla, en los que se comparan el laboreo, no-laboreo (NLD) y mínimo laboreo (ML). Los sistemas NLD y ML fueron los que normalmente proporcionaron los mejores resultados. Llama la atención el caso de la finca *Ordóñez*, en la que se producían pérdidas de producción en NLD; en este caso, la rotura de la costra superficial mediante una labor poco profunda (ML), resolvió los problemas de infiltración, y por tanto los de pérdida de producción.**



Debemos decir igualmente que en el momento en que se escriben estas líneas, y después de tres inviernos muy lluviosos, nos asaltan grandes dudas sobre la idoneidad de este sistema de cultivo para el control de la erosión, en especial cuando cultivamos olivares con fuertes pendientes y suelos formados sobre margas del triás.

#### 8.2.5. 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 8.3., 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.

#### 8.2.5.1. 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 sólomente 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*) desaparece.

En suelos pedregosos, las **pedras** de pequeño y mediano tamaño, que muchos olivereros 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 facilitar la recolección de frutos del suelo) para tener un excelente aliado. Existe maquinaria de bajo coste que realiza correctamente esta operación. Como es natural, en un cultivo con **cobertura de pedras** 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.

#### 8.2.5.2. Cultivo con cubierta viva de malas hierbas durante el invierno

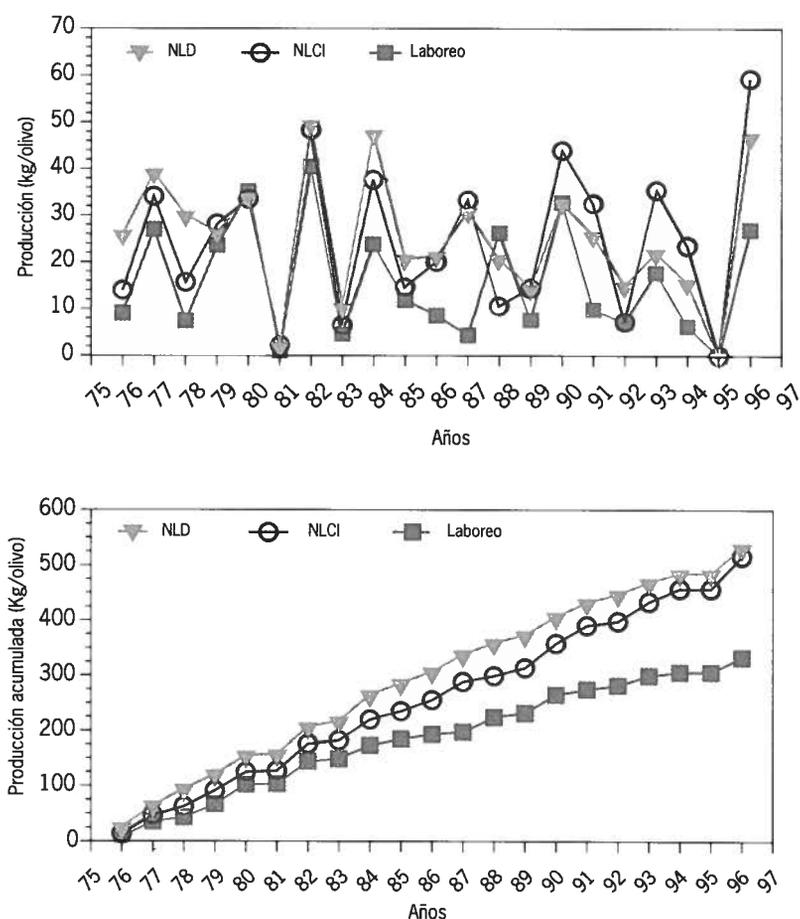
Pensando en la resolución eficaz del problema de la erosión, puede plantearse el empleo de **cubiertas vegetales** (Blevins, 1986) en el centro de las calles, manteniéndolas vivas hasta el final del invierno, momento en que debe realizarse la **siega**, lo que evitará que la planta siga consumiendo agua.

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, como consecuencia de 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)** proporciona muy buenos resultados desde el punto de vista de la producción del olivo (Pastor, 1991), consiguiéndose un aumento medio de cosecha del 21% con respecto al laboreo convencional para el conjunto de los años y para los 10 ensayos realizados, que en

una de las fincas tuvo una duración de 19 años (Figura 8.4.). Sin embargo, la producción media en **NLCI** fue ligeramente inferior a la del **NLD**, si bien en el ensayo de muy larga duración realizado en Navas de San Juan parece que en los últimos seis años se invierte un poco esta tendencia, siendo en **NLCI** en el sistema con el que se obtuvo anualmente la mayor producción en este período. Posiblemente la degradación de la capa más superficial del suelo en **NLD**, con limitación de la infiltración, y por consiguiente de la recarga del suelo, así como la inversión de flora como consecuencia del uso reiterado durante más de 20 años de **sima-zina**, pueden ser las razones para explicar este comportamiento a largo plazo.

**Figura 8.4. Producciones obtenidas anualmente en un ensayo de sistemas de mantenimiento del suelo de muy larga duración realizado en Navas de San Juan (Jaén) durante 23 años por técnicos de la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca. Los sistemas de no laboreo con herbicidas (NLD y NLCI) aumentaron de una forma consistente y permanente la producción con respecto al olivar labrado. Aunque en los primeros años el sistema con suelo desnudo (NLD) se mostró superior a NLCI, en los últimos 6 años se ha invertido esta tendencia.**



La mayor dificultad que plantea 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**, debido a un uso incorrecto de los herbicidas (Pastor et al., 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 en transpiración una buena parte del agua del suelo (Castro, 1993).

En la provincia de Córdoba, en el año medio, debe segarse la cubierta durante la tercera semana del mes de marzo, adelantando un poco la fecha de siega en los años más secos (Pastor, 1989a), y retrasándolo en los lluviosos. En principio, se recomienda igualmente realizar en invierno una aportación de nitrógeno a la cubierta (50 Kg/ha), complementaria al abonado que recibirá el olivar.

Existen diferentes sistemas para la siega de la cubierta:

- **Siega mecánica** empleando segadoras convencionales o desbrozadoras accionadas por la toma de fuerza del tractor, que pueden ocasionar 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.

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 1.975 por técnicos de la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca de Jaén en la localidad de Navas de San Juan (Figura 8.5.a y 8.5.b), que muestran como el manejo con **siega mecánica** ocasionó anualmente unas significativas pérdidas de cosecha con respecto a la **siega química** con herbicida de contacto, para el período de 19 años que dura 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 media debido a la competencia de la hierba con el cultivo por el agua y posiblemente por los nutrientes. Esta competencia fue especialmente grande en los años secos. En el mencionado ensayo de Navas de San Juan, en el período de sequía 1993-1995, los olivos cultivados con siega mecánica perdieron un 80% de producción con respecto a los cultivados con siega química, mientras que con respecto al laboreo se perdió el 52%. Sin embargo, en el año 1996, que fue bastante lluvioso, en

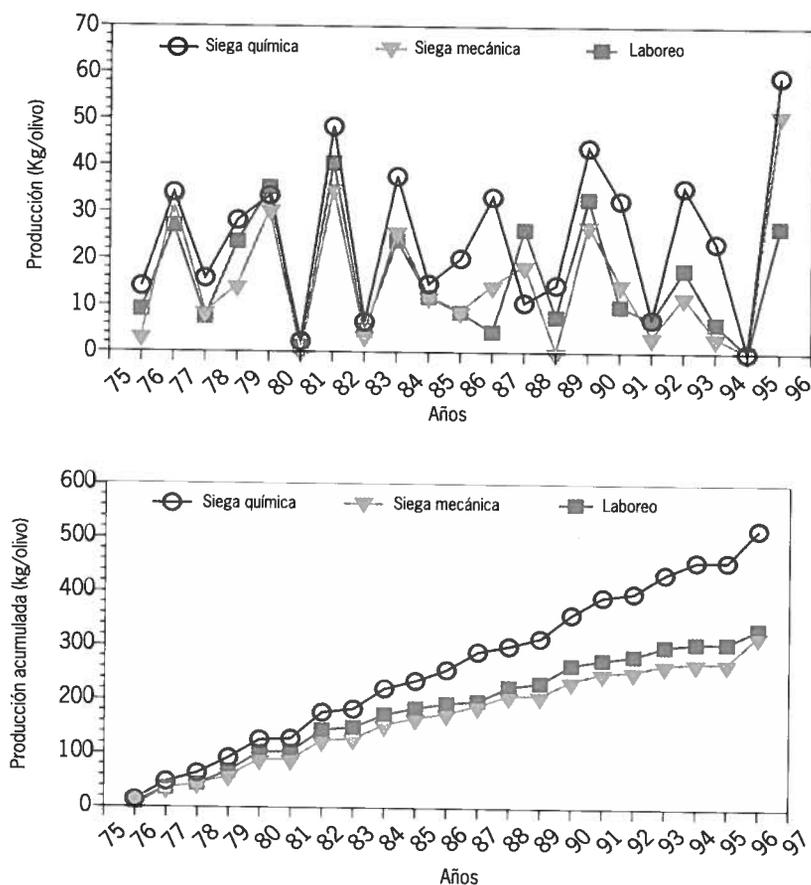
dicho ensayo el mantenimiento con siega mecánica superó al laboreo en un 90%, ya que las labores de primavera se mostraron ese año enormemente perjudiciales.

Otra forma de manejo de la cubierta vegetal 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 el pastoreo se haga con 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 oliviero.



▲ Fotografía 8.3. El empleo de cubiertas vegetales vivas en el centro de las calles puede ser una solución más eficaz para luchar contra la erosión en suelos en pendiente. En la fotografía olivar en Castillo de Tajarja (Granada) en el que se combina el no-laboreo con suelo desnudo en franjas bajo la copa de los olivos, y cubierta en el centro de la calle. La cubierta está compuesta por especies gramíneas autóctonas. Al final del invierno recibirá un tratamiento de siega química.

**Figura 8.5. Producciones obtenidas anualmente en un ensayo de sistemas de mantenimiento del suelo de muy larga duración realizado en Navas de San Juan (Jaén) durante 23 años por técnicos de la Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura y Pesca. En la página 138 se muestran las producciones obtenidas anualmente en los sistemas de laboreo y en cultivo con cubierta, en sus versiones de siega química con herbicidas y siega mecánica con desbrozadora. El sistema con cubierta segada químicamente proporcionó los mejores resultados, no solo anualmente, sino acumulada (página 139). La competencia con el olivo por agua y nutrientes ocasionada por la cubierta segada mecánicamente, con respecto a los otros dos sistemas de cultivo, pudo ser la causante de las pérdidas de producción observadas.**



Intentando facilitar su manejo, proponemos el empleo de cubiertas vivas 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.**, **tribenurón** o **fluroxipir**, que controlan únicamente las especies de hoja ancha, se podría

hacer evolucionar la vegetación natural hacia una cubierta de malas hierbas gramíneas de ciclo invernal tales como los bromos (***Bromus spp.***), las cebadillas (***Hordeum murinum***), el ballico (***Lolium rigidum***), entre otras. Estas especies, muy olivaderas, son muy eficaces para luchar contra la erosión, ya que cuando no tienen competencia con otras malas hierbas llegan a formar un césped que cubre el suelo durante el invierno. Además, y son muy fáciles de segar químicamente, lo que puede hacerse a bajo coste mediante aplicaciones de herbicidas no residuales de muy bajo impacto ambiental, como **glifosato** o **sulfosato**, que pueden ser utilizados a dosis muy bajas.

Esta técnica tiene en la actualidad un grave problema, y es la falta de una amplia gama de herbicidas autorizadas para este fin, ya que **tribenurón** y **M.C.P.A.** no están registrados ni autorizados en olivar. Sin embargo, en vista del éxito que puede tener en el futuro esta técnica de cultivo, un rayo de luz se vislumbra en el horizonte, y algunas compañías parecen dispuestas a facilitar nuevas moléculas selectivas para gramíneas y olivar, que permitirán, posiblemente la aplicación de esta técnica.

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 autoestablecimiento al año siguiente. Para ello deben dejarse anualmente 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, si más tarde, durante el verano, se esparcen mecánicamente las semillas empleando una **rastra** o una **desbrozadora**.

#### 8.2.5.3. Cultivo con cubierta viva de cereal o veza

Cuando utilizando los procedimientos ya descritos no logremos 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 la utilización de especies adaptadas al cultivo en secano, tales 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 (Castro, 1993).

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 et al., 1984), por lo que la cantidad de residuos que

quedarán sobre el terreno cuando se produzcan las primeras lluvias otoñales será muy escasa, y en consecuencia la protección del suelo puede resultar insuficiente.

Una vez que hemos conseguido una buena cobertura del terreno (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 este tipo de cubierta se sitúa también en torno a la **tercera semana del mes de marzo**, que en el caso del **cereal** correspondería fenológicamente 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** de la leguminosa (Humanes y Pastor, 1995).

La siega puede realizarse **mecánicamente**, utilizando las desbrozadoras, 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 sobre el terreno.

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 rastrero, 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), lo que ocasionaría unas probables pérdidas de producción.

En el caso de la **cebada** son eficaces las aplicaciones de herbicidas no residuales tales 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) o **diquat** + **paraquat** (1,00 a 1,40 Kg/ha) nos han proporcionado resultados muy aceptables.

Debido a la escasa capacidad de rebrote de la **veza**, la **siega mecánica** de este tipo de cubierta al comienzo de la floración ha sido tan eficaz como la siega química (Humanes y Pastor, 1995), pudiendo resultar incluso más económica.

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.

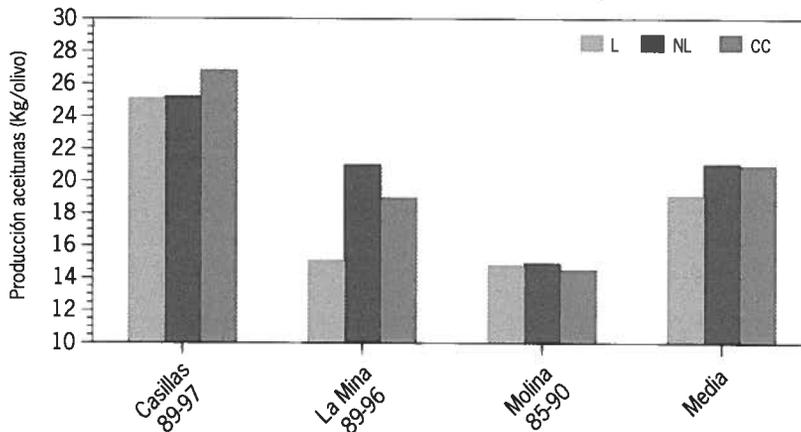
Una solución a este problema podría ser el empleo como cubierta de una mezcla gramínea + leguminosa, ya que estas plantas, las leguminosas, son fijadoras del nitró-

geno atmosférico. En 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.

La mezcla **veza + cebada** podría plantear ciertos problemas, ya que su manejo parece más difícil **a priori**, ya que en transpiración consume grandes cantidades de agua a lo largo de su ciclo vegetativo, pero si se controla adecuadamente y se emplean las adecuadas dosis de semilla, la leguminosa puede proporcionar al cereal el **N** que necesita.

Durante más de diez 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 8.6.) 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**.

**Figura 8.6. Resultados medios de tres ensayos de sistemas de cultivo realizados por las producciones obtenidas en el Departamento de Olivicultura en la provincia de Córdoba, en los que se comparan las producciones obtenidas en los sistemas de laboreo, no-laboreo con suelo desnudo y cultivo con cubierta de cebada sembrada anualmente en el centro de las calles de la plantación. El empleo de la cubierta no ocasionó pérdidas de cosecha.**



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, antes de implantar este sistema, por preparar los **suelos** bajo la copa de los olivos meticulosamente, 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.



Como resumen, 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.

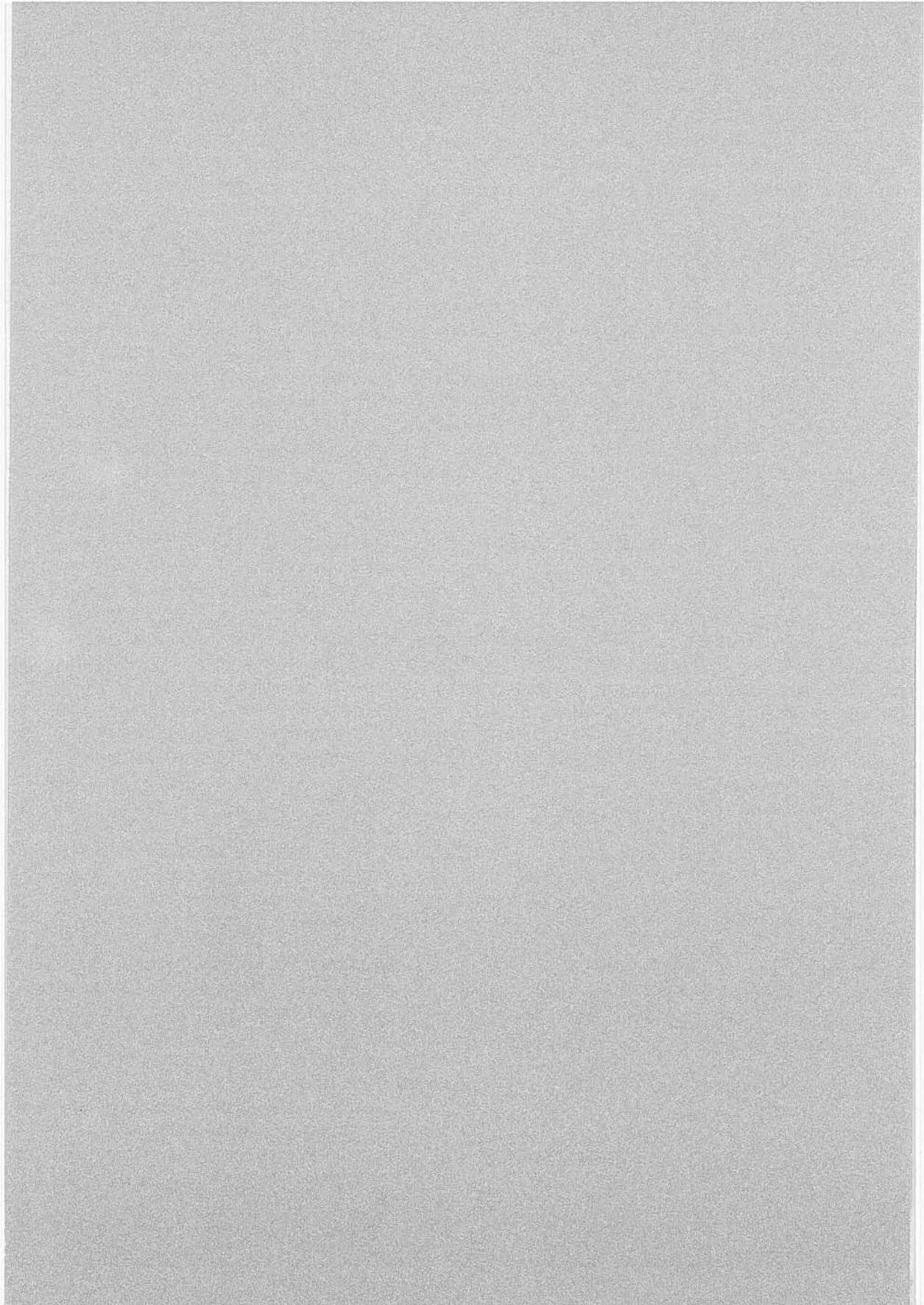
Si la parcela no plantea graves problemas de erosión podría establecerse la cubierta en calles alternas del olivar, rotando estas zonas en años sucesivos.

Puede haber 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 (*Pastor y Castro, 1995*), lo que nos permite ser optimistas sobre el futuro de estas técnicas de cultivo. En este año, los olivos cultivados con cubierta tuvieron mucha más producción que los labrados.

Los problemas más importantes que la aplicación de esta técnica puede plantear al olivarero 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. Por otro lado la presencia de la cubierta durante el invierno puede entrañar mayores daños de frío durante las noches primaverales de helada, habiéndose observado en olivares con cubierta vegetal menores temperaturas mínimas absolutas que en el olivar mantenido con el suelo desnudo.



## **9. FERTILIZACIÓN**



## 9. FERTILIZACIÓN

### 9.1. Objetivo de la fertilización

El objeto de la fertilización es restituir los elementos esenciales que la planta extrae del suelo para la formación de tallos, hojas, raíces y frutos, así como incrementar los niveles de ciertos elementos en el suelo, cuando estos son insuficientes. Los nutrientes pueden ser absorbidos por las raíces como iones presentes en la solución del suelo, o incluso a través de la hoja, cuando se realizan pulverizaciones nutritivas sobre la planta.

Debe aportarse a la planta todos aquellos elementos que no pueden ser absorbidos del suelo. La disponibilidad de nutrientes depende fundamentalmente del tipo de suelo, y factores como la cantidad de agua disponible, la fertilización realizada en años anteriores, la edad de los árboles y productividad de la plantación, pueden afectar al futuro plan de fertilización que, como es natural, puede y debe ser variable en el transcurso de los años.

### 9.2. Criterios para la programación de la fertilización en olivar

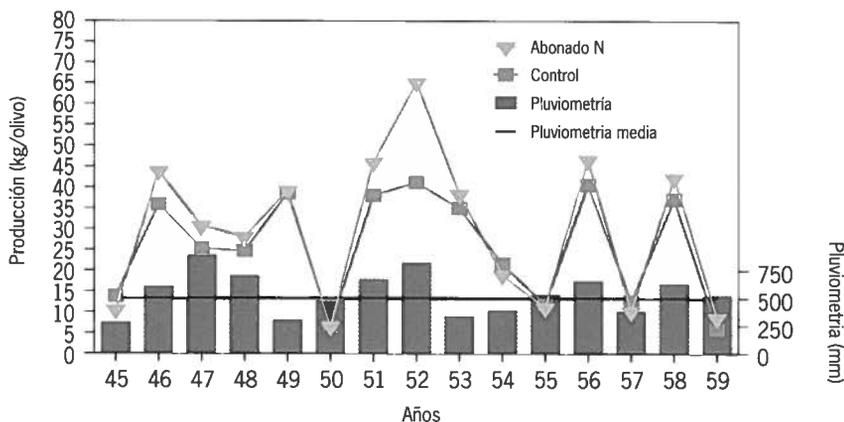
En la fertilización del olivar no es frecuente que los olivares utilicen técnicas para determinar las necesidades, sino que de forma rutinaria suelen emplearse fórmulas pre-establecidas, sin tener en cuenta el estado nutritivo de los árboles, ni los análisis de suelo. En una situación de buena rentabilidad del cultivo y cuando el coste de abonado casi nunca llega a alcanzar el 5-10% del total de los costes de cultivo, es normal que los olivares abonen en exceso sus olivos. Sin embargo, el aumento de las dosis de fertilizantes puede no proporcionar las máximas cosechas, lo que se pone especialmente de manifiesto en años de sequía. La fertilización no es la única variable que controla la producción del olivar, y en ocasiones los olivares recurren al abonado como medio de resolver otro tipo de problemas que poco tienen que ver con la nutrición.

Un buen programa de fertilización debe minimizar la aportación de fertilizantes al olivar y corregir las deficiencias y excesos de elementos minerales, consiguiéndose así una máxima rentabilidad del gasto realizado, y una mejor conservación del medio ambiente. Por ello, la fertilización debe ser una práctica condicionada fundamentalmente a:

- las disponibilidades de agua en el suelo
- al estado nutritivo de la plantación.

En la Figura 9.1., en la que se presentan datos de *Ortega Nieto (1963)* en un olivar de Jaén, podemos ver durante un período de 15 años las respuestas anuales del olivar a las aportaciones de nitrógeno al suelo (2 Kg Sulfato amónico por olivo y año) con respecto a un control no abonado. Aunque globalmente se ha aumentado la producción media en 4 Kg/árbol en los olivos abonados, en los años secos (con pluviometría inferior a la media) la respuesta a la fertilización **N** fue nula o incluso negativa.

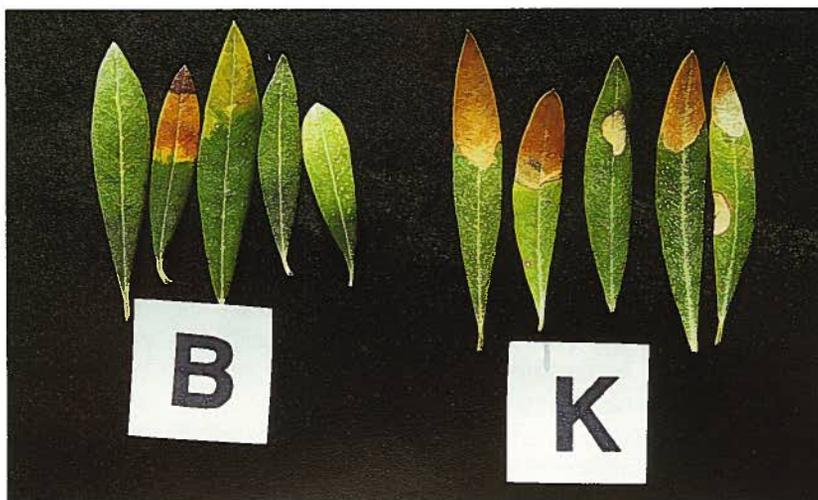
**Figura 9.1. Respuesta del olivo a aportaciones anuales de 2 Kg/árbol de Sulfato amónico (Abonado N) con respecto a un testigo no abonado (Control) en el periodo 1945-1959. Finca Los Naranjos (Jaén). En los años con pluviometría superior a la media es en los que se observan las mayores respuestas al abonado.**



La aportación de los fertilizantes al suelo no es la única forma de fertilización del olivo, ya que esta especie puede absorber también los nutrientes a través de la hoja de una forma muy eficaz, hecho muy contrastado en el caso de **nitrógeno** y **potasio (K)**, por lo que en años secos o en determinado tipo de suelos puede ser un sistema útil para aportar nutrientes al olivar.

El diseño del plan de abonado de una plantación de olivar debe hacerse siempre por un técnico instruido y competente, en base al **estado nutritivo** de los árboles, determinado mediante el análisis foliar, teniendo siempre presente el análisis de suelo, nivel productivo de la plantación, disponibilidades de agua en el suelo, crecimiento vegetativo, así como eventuales síntomas que puedan ser atribuidos a la deficiencia en algún nutriente. La historia de la fertilización realizada en años anteriores debe ser igualmente conocida. Si la plantación fuera de regadío, el análisis de agua es fundamental, ya que en ocasiones esta aporta una importante cantidad de nutrientes.

Decidir la fertilización basándonos en una **sintomatología visual** no es un método aconsejable, ya que cuando aparecen unos síntomas de deficiencia, con toda probabilidad ya se ha afectado negativa e irreversiblemente la producción, y porque es necesaria una gran experiencia para poder asignar correctamente un síntoma visual a la deficiencia en un determinado nutriente, lo que ha llevado a cometer graves errores de diagnóstico. Es el caso de la deficiencia en **potasio**, bastante frecuente en el olivar andaluz que, en muchas ocasiones, ha sido confundida con la deficiencia en **boro**, habiéndose aportado grandes cantidades de este elemento, probablemente de forma errónea y, por tanto con escasa utilidad.



▲ Fotografía 9.1. Hojas de olivo que muestran síntomas típicos de deficiencia en potasio (K) a la derecha, y boro B a la izquierda. El diagnóstico sin ayuda de un análisis foliar, realizado en un momento adecuado, suele ser difícil para una persona no experta.

### 9.3. Métodos de diagnóstico y programación de la fertilización

#### 9.3.1. Análisis de hojas

Para poder realizar un programa de abonado para un olivar determinado, debería determinarse su **estado nutritivo** realizando un **análisis foliar**, utilizando para el diagnóstico hojas del año totalmente desarrolladas adultas jóvenes, ya que este órgano es el principal lugar de metabolismo de la planta. Como norma general solamente se deberían aportar aquellos nutrientes cuya concentración en hoja esté por debajo de los niveles considerados como adecuados, según la información proporcionada por el análisis de hojas (Fernández Escobar, 1997).

Cuando se aporta un determinado nutriente en árboles en los que su estado nutritivo en dicho elemento es adecuado, no suele obtenerse respuesta a dicha aportación, tanto en crecimiento vegetativo como en producción, pudiéndose en muchos casos, ocasionar desequilibrios que pueden afectar a la absorción de otros nutrientes. Sin embargo, si un elemento está en deficiencia, es necesaria y urgente su corrección, ya que si no lo hiciésemos podríamos afectar a la absorción de otros elementos, o a que aportaciones de otros elementos resalten ineficaces, habiéndose constatado experimentalmente este hecho cuando se hacen aportaciones de **N** y **K** y existe una deficiencia en cualquiera de los restantes nutrientes, aunque sea un microelemento.

Se aconseja realizar el muestreo de hojas en la segunda decena del mes de julio, tomando hojas totalmente expandidas y adultas de brotaciones del crecimiento del año y de la mitad inferior del brote (3<sup>º</sup> ó 4<sup>º</sup> par de hojas a partir del ápice en un año normal), en las que ya ha cesado el crecimiento y que ya estarán elaborando asimilados activamente.

Se elige esta fecha de muestreo por ser un momento de gran actividad metabólica, siendo la época del año en la que mejor se pueden detectarse las anomalías nutricionales para muchos de los elementos, aunque se reconoce que no estamos en un momento de total estabilidad analítica, lo que se intenta resolver restringiendo el número de días en los que debe realizarse la toma de muestras. Además, los umbrales de deficiencia que utilizaremos para el diagnóstico están calibrados para esta época del año, y por el momento no tenemos datos de referencia para ningún otro momento del ciclo vegetativo. La toma de muestras en otoño-invierno no ha resultado ser eficaz. Realizando los muestreos en esta fecha, investigadores de la Estación de Olivicultura de Jaén encontraron resultados contradictorios en los niveles de nutrientes en hoja de olivos con alta producción y árboles con escasa producción, por lo que expresaron sus dudas sobre la validez de dicho método para el diagnóstico correcto de las necesidades de abonado (Ferreira et al, 1986).

El muestreo de hojas se hará de modo que sea representativo de cada una de las parcelas de la explotación que pretendemos estudiar, para lo cual se seguirá un itinerario de muestreo determinado previamente al azar, en el que los árboles se determinarán también aleatoriamente, desechando los olivos que presenten anomalías con respecto al aspecto general de la parcela. Por cada parcela homogénea, y al azar, tomaremos unos 50 olivos. En cada explotación de cierta extensión o en cada zona a estudiar deben delimitarse parcelas homogéneas en cuanto al tipo de suelo, variedad, edad de la plantación, etc. En cada uno de los árboles muestreados se tomarán 4 hojas, una en cada orientación, a la altura de los ojos del operador, y en brotes también tomados al azar. La muestra se compondrá de unas 200 hojas, cantidad que puede ser suficiente para que el laboratorio pueda realizar todas las determinaciones analíticas necesarias.

Debe pedirse al laboratorio que lave las hojas con la finalidad de eliminar contaminaciones de tierra o productos fitosanitarios. Los elementos que deben ser analizados serán los siguientes: **N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Cu y B.**

La interpretación de los resultados de los análisis foliares, así como las recomendaciones de abonado debe ser realizados por técnicos competentes y bien instruidos, que conozcan bien el olivar del que va a hacer las recomendaciones.

Para la interpretación de los resultados del análisis de hoja se propone la utilización de la Tabla 9.1., en la que se presentan los niveles críticos propuestos en base a los trabajos realizados en California (EEUU) para olivares de regadío muy productivos (Freeman et al., 1997). Teniendo en cuenta esta circunstancia, debemos advertir que se trata de una primera aproximación al diagnóstico de la fertilización. Los trabajos que



se realizan en la actualidad tratan de contrastar estos niveles para las condiciones del olivar español, y no sería extraño que dentro de un tiempo apareciese una nueva tabla y criterios de diagnóstico algo diferentes, tal como ha ocurrido con otros cultivos.

**Tabla 9.1. Niveles críticos de nutrientes en hojas de olivo tomadas en el mes de julio. (Fuente FREEMAN, et al., 1994).**

| Elemento | Deficiente       | Adecuado | Tóxico |
|----------|------------------|----------|--------|
| N (%)    | 1,40             | 1,5 -2,0 | -      |
| P (%)    | 0,05             | > 0,08   | -      |
| K (%)    | 0,40             | > 0,80   | -      |
| Ca (%)   | 0,30             | > 1,00   | -      |
| Mg (%)   | 0,08             | > 0,10   | -      |
| Mn (ppm) | -                | > 20     | -      |
| Zn (ppm) | -                | > 10     | -      |
| Cu (ppm) | -                | > 4      | -      |
| B (ppm)  | 14               | 19 - 150 | 185    |
| Na (%)   | -                | -        | > 0,20 |
| Fe (1)   | Clorosis férrica | -        | -      |

(1) No es válido el análisis foliar para el diagnóstico de la carencia en hierro, la sintomatología en forma de clorosis férrica típica es la forma de diagnóstico de las deficiencias en este elemento.

### 9.3.2. Análisis de suelos

Los resultados de los análisis de suelos suelen ser normalmente informativos y no determinantes exclusivamente a la hora de programar la fertilización, ya que en muchas ocasiones la existencia de una elevada concentración de un determinado nutriente en el suelo no significa que esté disponible para las plantas; y en otras, porque su concentración en suelo puede ser muy variable a lo largo del año. Es el caso del **N**, cuya concentración es muy variable debido a su gran movilidad disuelto en las aguas de lluvia o de riego, por lo que un análisis de suelo normalmente no permite conocer las disponibilidades reales de este nutriente en los momentos en que debe ser absorbido y utilizado por la planta. En Andalucía es muy frecuente encontrar olivares con deficiencias o síntomas visuales de carencia en **potasio** en suelos con altos contenidos en este elemento.

Sin embargo, debe realizarse un análisis del suelo para conocer sus propiedades físicas y químicas, análisis que para las **propiedades químicas** se repetirá cada cierto número de años (5 a 6 años), lo que permitirá realizar un seguimiento de la evolución del contenido en los nutrientes que puedan afectar directamente a la fertilización futura del olivar. Para que un **análisis de suelo** sea de utilidad, la muestra de tierra debe ser representativa de la plantación que vamos a abonar y la explotación debe ser dividida con diferentes criterios en parcelas homogéneas (color del suelo, textura, pendiente del

terreno, etc.). Cada parcela debe ser muestreada por separado. Se enviará al laboratorio una muestra por profundidad y parcela homogénea de la explotación.

Las determinaciones a efectuar deben ser las siguientes: textura, pH, carbonatos totales, caliza activa, materia orgánica, capacidad de cambio catiónico y el contenido en los diferentes nutrientes (fósforo, potasio, magnesio y boro asimilables). El conocimiento del tipo de arcillas del suelo es igualmente muy importante a la hora de tomar decisiones sobre los fertilizantes a aplicar y sobre la forma de realizar la aplicación (suelo o foliar).

La interpretación de los análisis de suelo deben ser hechas por un técnico, en base a los criterios mencionados anteriormente.

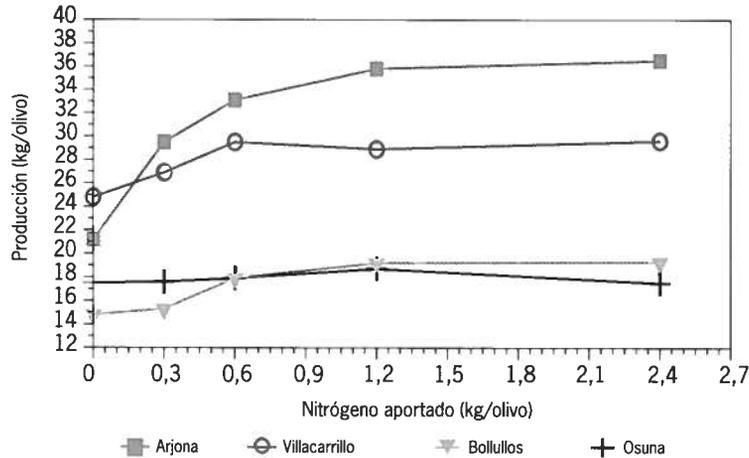
#### **9.4. Recomendaciones generales sobre el abonado del olivo**

##### **9.4.1. Nitrógeno**

El **N** es el elemento más esencial en la fertilización del olivar, ya que es el que se requiere en mayores cantidades, forma parte de las proteínas, estando presente en los núcleos de las células, siendo fundamental para el crecimiento de los tejidos. Aumenta la cantidad de clorofila y la capacidad de asimilación de otros nutrientes. Es el promotor de la división celular, por lo que es imprescindible en todas las fases de crecimiento, en especial desde brotación hasta el endurecimiento del hueso. Una correcta alimentación **N** aumenta la longitud y número de brotes, el número de inflorescencias por brote, el número de flores fértiles por inflorescencia, y finalmente el número de frutos cuajados por olivo, por lo que afecta de forma directa a la producción del cultivo. La adecuada alimentación en **N** depende en gran medida de las disponibilidades de agua en el suelo (Figura 9.1.).

En California (EEUU), región en la que se cultiva el olivar en regadío, no se observó una respuesta clara a la aportación de **N** cuando el estado nutritivo de la planta era adecuado (más de 1,5% sobre materia seca en muestreo realizado en el mes de julio), recomendándose cautelarmente en este caso una moderada aportación anual de 1,0 Kg/olivo en otoño en olivos productivos para mantener el contenido en hoja por encima de este nivel. Mientras que esta información pueda ser bien contrastada a nivel local en Andalucía, en lo que se investiga en la actualidad, en base a los trabajos realizados durante muchos años por la Estación de Olivicultura en Jaén recomendamos dosis de mantenimiento anuales, en función de la producción media de la plantación, comprendidas entre 0,6 Kg de **N** por olivo para plantaciones tradicionales con producciones medias inferiores a 25 Kg/olivo, y 1,0 Kg de **N** por olivo para plantaciones con producciones medias superiores a 35 Kg de fruto. En la Figura 9.2. mostramos los datos medios de la respuesta al abonado **N** en diferentes ensayos de abonado de larga duración realizadas por la Estación de Olivicultura de Jaén en Andalucía. Igualmente pensamos que en plantaciones de riego muy productivas deberían incrementarse dichas cantidades.

**Figura 9.2.** Respuesta del olivo a dosis crecientes de nitrógeno aplicado al suelo. Los ensayos se realizaron en olivar adulto con marco tradicional en secano en Andalucía en las fincas: Manero (Arjona-Jaén) cv. Picual, durante 11 años; Villarejo (Villacarrillo-Jaén) cv. Picual, durante 7 años; Rebujena (Bollullos de la Mitación-Sevilla) cv. Gordal, durante 5 años; y Maturana (Osuna-Sevilla) cv. Lechín, durante 11 años. (Ferreira et al., 1997).



En los olivares con niveles de **N** en hoja inferiores a 1,50% deberán aportarse cantidades un poco mayores que las referidas anteriormente, hasta corregir el estado de deficiencia, o variar el sistema de fertilización si la aportación ha sido poco eficaz. Una vez corregidas las deficiencias, debemos seguir las recomendaciones realizadas en el párrafo anterior.

Los contenidos de **N** en hoja pueden variar en función de la edad de las plantaciones, dentro de una determinada zona, lo que también debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados del análisis foliar.

En el Reglamento Especifico de Producción Integrada de Olivar (Orden 12 de agosto de 1997 - BOJA de 28 de agosto de 1997) atendiendo a la necesidad de protección del medio ambiente y la economía de las explotaciones, se propone como practica obligatoria no superar las aportaciones de **N** por hectárea y año en las cifras que presentamos a continuación:

- Olivar tradicional de secano: 75 Kg/ha.
- Olivar intensivo de secano: 100 Kg/ha.
- Olivar tradicional de riego: 120 Kg/ha.
- Olivar intensivo de riego: 150 Kg/ha.

Una forma adecuada de suministrar el **N** en olivares de secano es la aportación de fertilizantes minerales al suelo durante el invierno, recomendándose en esta época formas como la **urea** o **sulfato amónico**, que deben enterrarse con una labor super-

ficial o realizar la aportación cuando pueda ser incorporado al suelo disuelto de inmediato por el agua de lluvia, observación a tener muy en cuenta en los casos en que se apliquen técnicas de no-laboreo. Es importante evitar que el fertilizante pase un tiempo excesivo sobre la superficie del suelo sin que este se haya incorporado, especialmente en suelos calizos y cuando se emplean formas uréicas o amoniacales, ya que en caso contrario las pérdidas de **N** por evaporación en forma de amoníaco podrían ser cuantiosas.

En años secos la aportación de **N** al suelo puede ser muy poco efectiva por lo que en estos años sería recomendable recurrir a la **pulverización foliar** con urea, aprovechando los diversos tratamientos fitosanitarios tradicionales del olivar (repilo, prays, etc.), utilizando concentraciones del **3-4% p/v** y un gran volumen de agua que permita mojar muy bien los árboles. Estas aplicaciones foliares han demostrado ser muy eficaces en olivar en la mayoría de las situaciones, sin que se hayan observado problemas de fitotoxicidad para los olivos, incluso cuando se emplea el tipo de urea utilizada para abonar el suelo, y siempre que se utilicen las concentraciones recomendadas, obteniéndose así una gran eficacia por unidad fertilizante aportada, en muchos casos superior a la aportación al suelo de idéntica cantidad de abono nitrogenado.

En las aplicaciones foliares con urea se obtienen mejores resultados cuando se emplean bajas concentraciones de fertilizante, pudiendo ser preferibles dos tratamientos con una concentración del 2,5% que una sola aplicación a una concentración del 5%.

En un año de pluviometría normal y cuando ya se ha abonado el suelo con **N** en invierno, la fertilización foliar complementaria con urea no parece ser de gran utilidad. En ensayos realizados en olivar de secano durante varios años en diferentes localidades se observó una cierta tendencia a descender la producción con respecto a los árboles en los que solamente se abonó al suelo con nitrógeno. Probablemente con el abonado de fondo se habían cubierto ya las necesidades del olivo.

#### 9.4.2. Fósforo

La respuesta al abonado con fósforo (**P**) al suelo en olivar en Andalucía (suelos calizos y arcillosos) han sido escasas, y cuando las ha habido se han manifestado después de varios años de fertilización continuada, y en determinados años (*Ferreira et al., 1986*), no habiendo resultado ser rentable su aportación.

El **P** lo absorbe la planta únicamente del suelo en la forma iónica del ácido ortofosfórico, después de una oxidación muy laboriosa. Cuando un suelo tiene un pH elevado, existen fosfatos cálcicos de muy lenta liberación y fosfatos tricálcicos insolubles. Al aportar **P** al suelo puede haber fijación irreversible del mismo, siendo el **P** orgánico el más fácilmente movilizable por mineralización del humus. La dificultad de asimilación en suelos calizos puede estar en parte compensada por la simbiosis de las micorrizas. Esta puede ser una de las razones por la que no se han obtenido respuestas clara a la fertilización con fósforo al suelo en olivar.

Son muy poco frecuentes los casos de deficiencia o carencia de fósforo en olivar, habiéndose observado en ocasiones bajos contenidos de **P** en hoja en suelos ácidos, que pueden corresponderse con bajos contenidos de fósforo asimilable en el suelo. En suelos calizos también hemos encontrado en años secos bastantes olivares cuya concentración está próxima o un poco por debajo del umbral de suficiencia. Estas deficiencias se han corregido normalmente después de un año lluvioso, incluso sin haber abonado.

Cuando se presenten deficiencias de **P**, a corto plazo pueden corregirse mediante aportaciones foliares de **fosfato monoamónico** (2-3% p/v). En terrenos calizos la fertilización al suelo suele ser a corto plazo poco eficaz. En suelos ácidos puede ser necesario realizar aportaciones de fósforo siempre que el estado nutritivo de la planta, diagnosticado mediante análisis foliar, y el correspondiente análisis de suelo así lo aconsejen.

### 9.4.3. Potasio

El **potasio** está implicado en la acumulación de hidratos de carbono y grasas, así como en los procesos de transpiración, movimiento de agua en la planta, y en la regulación de la apertura y cierre de los estomas. Ello hace que los árboles con deficiencia en potasio puedan ser más sensibles al frío, a la sequía y al ataque de hongos. Su mayor demanda se produce a medida que se desarrollan los frutos, acumulándose en los mismos grandes cantidades de este elemento durante el período de maduración.

Es el potasio el elemento que mayores problemas está causando al oliverero en Andalucía, especialmente en los años secos, a pesar de encontrarse a concentraciones relativamente altas en muchos de nuestros suelos olivareros. El potasio se encuentra en el suelo en forma de minerales primarios (feldespatos y micas), y mediante ciertas alteraciones se transforman en potasio cambiante, ligado a los coloides del suelo, sobre todo a las arcillas, en cuya fracción residen sus reservas. Este **potasio** se encuentra en equilibrio con el de la solución del suelo, de donde es absorbido por la planta.

La mayor parte de las reacciones del **potasio** en los suelos estarán, por tanto, controladas por los minerales de arcilla. La **capacidad de reposición** del potasio a la solución del suelo dependerá, por ello, del potasio de cambio y sobre todo de las reservas de potasio. Dicha capacidad es muy importante para asegurar la adecuada nutrición de la planta.

La **movilidad** del potasio en el suelo se realiza fundamentalmente por contacto radicular y, sobre todo, por el mecanismo de flujo de masas, ya que la succión que provoca la transpiración en la planta origina en el suelo un movimiento de agua hacia las raíces que arrastra también a la solución potásica.

Afortunadamente, el **potasio**, gracias a su naturaleza catiónica, difícilmente se pierde en el suelo por lixiviación (como ocurre con el nitrógeno) ya que al disponer de una carga positiva se facilita su unión con las arcillas, las cuales poseen cargas negativas. Los **suelos arenosos** son, lógicamente, más pobres en potasio que los arcillosos. En consecuencia, los olivos que se desarrollan en suelos arenosos, al tener mínima

capacidad de retención muestran una rápida respuesta a la fertilización potásica. Sin embargo, los suelos arenosos poseen escasas reservas de potasio, lo que hace necesario el abonado frecuente y en dosis más bajas. En los **suelos arcillosos**, por el contrario, la respuesta será menos evidente en el momento de aplicación, sin que esto signifique falta de eficacia en la fertilización, debido a que el potasio añadido pasará a incrementar sus reservas, ya que primero deberá saturar a las arcillas antes de estar disponible para la planta, por lo que su localización podría ser interesante.

La fertilización con **potasio** debe recomendarse cuando el estado nutritivo de la planta, en función del análisis foliar realizado en julio, así lo demande (menos de 0,8% sobre materia seca). En casos de deficiencia extrema y en años de gran producción de aceituna, es frecuente la defoliación total de los brotes fructíferos y de los ramos de segundo orden. Con niveles inferiores a 0,6% ya hemos observado defoliaciones severas en los árboles, en especial en los años de gran carga, y en la época de recolección.

En árboles en los que el contenido de **potasio** en hoja era adecuado, la fertilización potásica, tanto foliar como en fertirrigación de forma fraccionada, no ha proporcionado aumentos de producción en ensayos que el Departamento de Olivicultura ha realizado en Córdoba, aunque dichas aportaciones elevaron significativamente las concentraciones de **K** en hoja. En estos ensayos se trabajó en suelos profundos con un contenido medio/bajo de potasio asimilable.

La **extracción de potasio** por los frutos es muy elevada, máxima a final del invierno, en especial cuando se retrasa en exceso la fecha de recolección. Es esta una de las razones para recomendar la recogida muy temprana de las aceitunas, cuyo retraso no aporta ningún tipo de beneficio, ya que aumenta las extracciones de **K** por los frutos e incide negativamente sobre la producción al año siguiente.

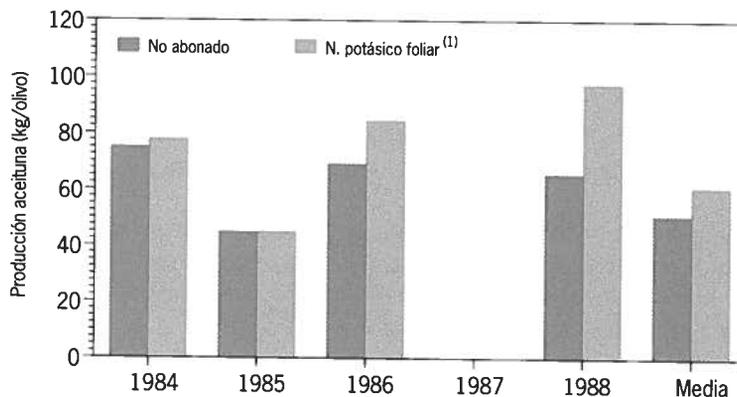
Debe evitarse que se produzcan deficiencias graves en este elemento, en especial en años secos o en suelos con bajos niveles de potasio asimilable, puesto que los estados de deficiencia severa son difíciles de recuperar, y solo suelen superarse después de varios años de aportación continuada. Es necesario tener especial cuidado en los años de grandes cosechas, debido a las grandes extracciones de este elemento por la planta.

En olivares de secano cultivados en terrenos calizos y con altos contenidos en arcilla (illita fundamentalmente), el abonado con potasio al suelo suele ser muy poco rentable en la mayoría de las situaciones (*Ferreira et al., 1986*), debido al bloqueo que normalmente se produce, agravándose aún más el problema en los años secos. En estos suelos las **aplicaciones foliares**, mojando muy bien los árboles, son bastante eficaces en la corrección de las carencias de potasio, o simplemente para aportar este elemento a la planta.

Pulverizaciones de **nitrate potásico** a concentraciones de 2,5 a 3% p/v aplicadas en primavera, verano y otoño sobre árboles en actividad vegetativa y aprovechando los tratamientos fitosanitarios, han aumentado significativamente los contenidos de **K** en

hoja. En olivares con deficiencia en este elemento, estos tratamientos han aumentado las producciones de aceituna como ocurrió en un ensayo de larga duración realizado en la localidad de Cabra (Córdoba) por investigadores del Departamento de Olivicultura (Figura 9.3.), en el que la producción media aumentó en más de 10 Kg/olivo y año con respecto a los olivos no abonados con potasio. La respuesta al abonado se observó después de dos años de realizar ininterrumpidamente dichos tratamientos. En dicho ensayo la pulverización con **Sulfato potásico** ha proporcionado peores resultados.

**Figura 9.3. Respuesta del olivo a tres aportaciones foliares anuales de nitrato potásico al 5% en un ensayo realizado en Cabra (Córdoba) en olivar tradicional adulto de secano cv. Picual, en suelo calizo y en árboles que mostraban síntomas visuales de carencia de K, contrastados con el correspondiente análisis de hoja. Para el conjunto de los 5 años de duración del ensayo, la fertilización foliar aumentó significativamente la producción.**



(1) 3 aportaciones foliares: 5% (2 primavera + 1 otoño)

Estos datos han sido confirmados en un ensayo realizado en Córdoba (datos no publicados) en el que se han empleado pulverizaciones de diferentes sales para suministrar este potasio a plantas de secano con niveles bajos de este elemento. El cloruro potásico (2,5%) ha sido la sal que ha proporcionado a largo plazo (4 años) los mejores resultados, si bien, habrá que contrastar estos resultados, pues a largo plazo podría plantearse problemas por toxicidad derivada del empleo del cloruro.

#### 9.4.4. Otros elementos

En la toma de decisiones sobre la fertilización con los restantes elementos habrá que atenerse aún más a los resultados de los análisis foliares efectuados, tomando también como criterio su aportación en el caso en que los niveles de nutrientes en hoja muestren deficiencias. Muchas veces, las aportaciones se realizan arbitrariamente, por

lo que podrían producirse interacciones negativas entre nutrientes, que incluso podrían afectar a la fisiología del cultivo, ocasionando deficiencias o excesos de determinados nutrientes. A continuación se hace una revisión de los elementos que con relativa frecuencia pueden plantear problemas al olivarero: **boro, hierro, calcio, magnesio y manganeso**. Debemos añadir que en cientos de muestras de hoja recogidas en olivares cultivados en suelo calizos en Andalucía, en raras ocasiones hemos observado deficiencias en estos elementos (*Pastor et al., 1997 a*). En los suelos ácidos o en los arenosos debemos considerar igualmente otros elementos como el **manganeso**, que ha planteado problemas de deficiencia en olivares de la comarca de Sierra Morena (*Pastor et al., 1997 b*).

#### 9.4.4.1. Boro

Es el **boro (B)** uno de los nutrientes de más baja movilidad en la planta, ocasionando su deficiencia irregularidades en el crecimiento y floración (polinización y cuajado de frutos).

No suele ser muy normal la deficiencia en **B** en los olivares que vegetan en suelos calizos, aunque se ha extendido la práctica de aportar **boro** al olivar sin estar justificadas normalmente muchas de estas aportaciones, ya que la sintomatología puede confundirse, por persona no experta, con la deficiencia en **potasio**.

Las deficiencias en **boro** son relativamente frecuentes en suelos ácidos o en los muy arenosos y pobres en este elemento, siendo escasas las que se presentan en olivares que vegetan en suelos calizos fértiles en los que los contenidos de **B** suelen ser suficientes como para cubrir las necesidades del olivo.

Las necesidades máximas en este elemento se producen durante la floración. La corrección de las deficiencias puede hacerse aportando al suelo 200 gramos de **bórax** por árbol y año a final del invierno, o bien mediante aplicación foliar unos 30 días antes de la floración o al inicio de la brotación (junto con el tratamiento contra repilo en primavera), recomendándose en este caso el empleo de soluciones al 0,5% de una formulación comercial de **borato sódico** (20,8% en **B**).

#### 9.4.4.2. Hierro

La deficiencia en **hierro (Fe)** ocasiona en determinados olivares una sintomatología específica muy característica denominada **clorosis férrica**. La causa principal de esta clorosis es la pequeña disponibilidad de este nutriente en el suelo en la forma asimilable, ya que es bloqueado por la caliza del suelo.

Aunque el olivo es una especie bastante tolerante a la cal, es relativamente frecuente que en suelos con un alto contenido en **caliza activa** aparezcan problemas de clorosis, que pueden afectar negativamente a la producción del olivar.



La carencia en hierro no se puede diagnosticar mediante el análisis foliar, ya que suele ser frecuente la acumulación de formas insolubles de hierro en hojas de árboles que muestran este tipo de clorosis (Cordeiro, 1997). Solamente los síntomas visuales típicos de la clorosis férrica son los que permiten a personas instruidas diagnosticar la carencia en este elemento.

La corrección de esta carencia es fácil, aunque costosa. Un método contrastado para su corrección en olivar en suelos calizos puede ser la aplicación anual de quelatos de hierro (EDDHA) al suelo en el momento de inicio de la brotación y a final del verano, coincidiendo con las dos épocas de mayor actividad vegetativa. Pueden ser aplicados disueltos en agua mediante **inyecciones a presión en el suelo**, con el terreno en tempero y alrededor del árbol, o bien en fertirrigación a través de la propia instalación de **riego por goteo**.

La realización de un estercolado intenso abundante cada cierto número de años puede tener un efecto bastante eficaz y duradero en la corrección de la clorosis.

La **aplicación foliar** de compuestos de hierro (quelatos, sulfato de hierro) da unos resultados bastante poco satisfactorios en general, y muy poco persistentes en el tiempo.

En suelos muy calizos en los que los olivos tienden a mostrar clorosis, la profundidad y el número de labores debe ser reducido al máximo, recomendándose el no-laboreo o sistemas con cubierta vegetal, ya que la pulverización excesiva del suelo por efecto del laboreo podría aumentar la concentración de caliza activa, por lo que las labores profundas y frecuentes aumentarían la gravedad del problema, que se agrava aun mas cuando se realizan labores con aperos que mezclan las diferentes capas del suelo. Por otro lado, las labores profundas obligarían a las raíces a explorar capas más profundas del suelo, que tienen una mayor contenido en cal, por lo que igualmente aumentaría los problemas de clorosis. En nuevas plantaciones debería utilizarse material vegetal (variedades o patrones) tolerantes a altos contenidos de caliza en suelo (Ver Apartado 2).

### 9.4.4.3. Calcio

Aunque el olivo posee una buena tolerancia a altos contenidos de **calcio (Ca)** en el suelo, es también muy sensible a la deficiencia en este elemento cuando vegeta en suelos ácidos y en los arenosos.

Aunque la sintomatología externa del estado carencial en **Ca** no suelen presentarse, si el análisis foliar certifica la insuficiencia de este elemento (< 1,0% sobre materia seca en hojas tomadas en el mes de julio) es necesario recurrir a su corrección, pudiendo ser recomendable la práctica del encalado del suelo, una vez que un experto en la materia haya realizado en laboratorio una curva de neutralización del pH, lo que le permitirá recomendar las dosis y tipo de corrector a aportar (ver Apartado 3).

#### 9.4.4.4. Magnesio

El magnesio (**Mg**) es también muy poco móvil en las hojas. El mayor consumo de este elemento se produce durante la brotación primaveral. La deficiencia en **Mg** en el olivar suele ser muy rara, manifestándose síntomas visuales para contenidos en hoja inferiores a 0,07% (muestras tomadas en el mes de julio), presentando los árboles aspecto clorótico, crecimiento deprimido, manifestándose los síntomas a principio del otoño. La deficiencia en magnesio puede ser inducida por altas concentraciones en suelo de potasio, calcio y amonio, pues el magnesio es el peor competidor entre esos iones.

La corrección de la **deficiencia en Mg** puede realizarse mediante pulverización foliar con **sulfato de magnesio** (epsomita) a la dosis orientativa del 0,70%.

#### 9.4.4.5. Manganeso

Se conoce poco sobre las necesidades del olivo en este elemento, considerándose que con concentraciones en hoja por debajo de 20 ppm debe recurrirse a su corrección.

El manganeso (**Mn**) es esencial en la respiración de la planta y en metabolismo del nitrógeno actuando, en ambos casos, como activador enzimático.

En general, en muchos de los trabajos de prospección realizados en el olivar andaluz los niveles registrados en hoja han estado muy por encima de los considerados como críticos. Sin embargo, en determinados tipos de suelos es frecuente encontrar olivares con cierta deficiencia en este elemento, como ocurre en comarcas como Sierra Morena (Jaén) y en suelos arenosos de Hinojos (Huelva).

Los niveles bajos de **Mn** en hoja suelen estar causados por un bajo contenido en suelo o por estar en forma poco asimilable para la planta. La solubilidad del **óxido de Mn** depende del pH del suelo, de modo que su solubilidad disminuye cuando el pH se incrementa, por lo que su disponibilidad puede aumentarse con prácticas de cultivo que bajan el pH del suelo.

Hemos conseguido corregir la deficiencia en Mn mediante **aplicaciones foliares de sulfato de manganeso** a concentraciones 0,5% en otoño y primavera. Su mezcla con una sustancia húmica puede ser interesante.

#### 9.4.4.6. Sustancias húmicas

Existe cierta confusión en cuanto a la eficacia de las sustancias húmicas en la fertilización de los cultivos, existiendo en el mercado de agroquímicos una amplia oferta de estos productos, así como una gran confusión sobre las posibilidades reales y forma de utilización.

Los ácidos húmicos ejercen una acción directa sobre las plantas, presentando un efecto hormonal parecido al que produce la auxina, siendo posible su aplicación al suelo

para su absorción radicular, o en aplicaciones foliares, que parecen mucho más eficaces, posibilitando su empleo junto con plaguicidas y abonos foliares minerales. (Sánchez Andreu, 1997).

Los ácidos húmicos de **cadena corta** parecen los más eficaces, dependiendo ello del origen de la sustancia húmica, de la relación ácidos húmicos/ácidos fúlvicos, de su peso molecular y del cultivo en que se aplican, habiéndose demostrado que en aplicación foliar existe una influencia directa en el crecimiento de la planta (afectando mecanismos enzimáticos y estimulando la síntesis de proteínas) y en la absorción de **N, P, K, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y Mo**, facilitando el paso de las membranas al aumentar su permeabilidad, mejorando por tanto la absorción y el transporte de iones dentro de la planta. Se recomienda emplear dosis moderadas de estos productos.

Aunque las aplicaciones de ácidos húmicos y fúlvicos al suelo proporcionan resultado más erráticos que las aplicaciones foliares, estas sustancias pueden liberar el **potasio** fijado en las arcillas, pudiendo recubrir las superficies capaces de inmovilizar y bloquear el **fósforo** en el suelo.

En olivar aplicaciones foliares de un extracto de Leonardita a una concentración comprendida entre 0,5 y 1,0% aumentaron el crecimiento de los brotes y el tamaño del fruto, sin que afectaran a la producción final de los árboles, desconociéndose el efecto sobre la producción al año siguiente. Estas aplicaciones aumentaron también los niveles de potasio y boro en las hojas, no afectando a los contenidos en los restantes nutrientes.

#### 9.4.4.7. Bioestimulantes y Bioactivadores

Los Bioestimulantes son productos que activan o estimulan el metabolismo de las plantas sin ser su fuente de nutrición, es el caso de las enzimas y vitaminas. Se trata de compuestos que solo son eficaces cuando son aplicados foliarmente.

Los bioactivadores son productos que además de estimulantes son fuente de nutrición. Estos productos, además de una cantidad variable de aminoácidos contienen **N-P-K**. Por esta razón aportan una fuentes de **N** directamente asimilable por la planta (Cadahía et al. 1997) porque nutren sin el gasto energético que implica la asimilación del nitrato, aumentando la resistencia a estrés hídrico, salinidad y heladas.

En ensayos realizados por el Departamento de Olivicultura durante varios años y en diferentes olivares, solo se han obtenido respuestas productivas a la aportación de determinados preparados comerciales a base de aminoácidos, y estos resultados positivos solamente se han observado en olivares jóvenes, manifestándose en este caso en forma de mayores crecimientos vegetativos y ciertos aumentos de producción. En olivares adultos los resultados han sido en general poco evidentes.



## 10. RIEGO



## 10. RIEGO

### 10.1. Planteamiento del problema

El olivo es un árbol típico de clima mediterráneo, bastante tolerante a la sequía, por lo que tradicionalmente se ha cultivado en condiciones de secano. Sin embargo, es evidente que su producción aumenta considerablemente cuando recibe aportaciones de agua complementarias a la lluvia, especialmente en zonas y años de baja pluviometría. Este hecho, unido a la sequía padecida en el primer quinquenio de los 90, ha llevado a un incremento espectacular de la superficie de olivar regada en Andalucía (150.000 has.) y especialmente en la provincia de Jaén (88.000 has.), con tendencia a incrementarse aún más la superficie de regadío. Por otro lado, el olivo, frente a otros cultivos alternativos, permite un máximo beneficio por volumen de agua aplicado, así como un máximo beneficio social, siendo uno de los cultivos que genera mayor empleo de mano de obra.



▲ Fotografía 10.1. En zonas o años de baja pluviometría la respuesta del olivo al riego, incluso a dosis bajas, es espectacular. Panorámica de una finca de olivar en Jaén. A la izquierda olivar en riego por goteo, a la derecha olivar de secano. Obsérvese la diferencia del porte de los árboles.

El incremento de la superficie regada de olivar ha llevado a un conflicto de intereses por el uso del agua con respecto a otros cultivos y otros usos distintos al riego, debido a la escasez estructural de recursos hídricos en la región, lo que supone un gran problema para el Organismo Regulador de la Cuenca (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir). Debido a ello, la iniciativa privada ha buscado para satisfacer sus necesidades de agua nuevos recursos el aprovechamiento de las aguas subterráneas en este caso muy pro-

fundas, agua que tiene un alto coste, tanto de inversión como de bombeo. Por esta razón es fundamental el uso racional de agua, de modo que se obtenga la máxima rentabilidad.

Cabe resaltar que en los riegos de olivar en Andalucía el sistema de riego más empleado es el riego localizado de alta frecuencia, fundamentalmente el goteo, lo que demuestra que los agricultores tienen conciencia de que el agua es un recurso caro y escaso, por lo que emplean sistemas de distribución de agua que proporcionan una buena uniformidad.

Sin embargo, aunque los sistemas de riego con los que se cuenta en olivar son modernos en general y bastante bien diseñados, la utilización que se está haciendo de las instalaciones no es muy eficaz. De esta manera, tanto por exceso como por defecto, normalmente no se consigue la máxima eficiencia del agua aplicada.

Con un sistema de riego localizado debería aplicarse el agua en pequeñas dosis y de forma continua a lo largo del tiempo (período primavera a otoño). Sin embargo, en la mayoría de los riegos se aplica agua de forma interrumpida, por ejemplo regándose continuamente durante una semana y permaneciendo después largos periodos de tiempo sin regar. Es decir, se manejan los sistemas de riego localizado de forma similar a como se hacía con el riego a pie, o por aspersión.



▲ Fotografía 10.2. Cuando no se dispone de dotaciones de agua suficientes para el riego, puede ser necesario acumular agua en invierno para ser utilizada en la época de máximas necesidades.

Por otro lado, como ya hemos dicho, existe un déficit estructural de agua en la zona olivarera, con unos derechos históricos adquiridos por muchos regantes no olivereros, por lo que las disponibilidades de agua para el riego de olivar son reducidas, ello lleva



a emplear en la mayoría de los casos dotaciones que no cubren las necesidades de agua para máxima producción, aplicándose riegos deficitarios, por lo que es imprescindible su programación para optimizar los recursos.

En este capítulo presentamos las bases más elementales para la programación de riegos en olivar, estudiando estrategias para ahorrar agua o adaptar nuestro olivar, en cada caso, a las disponibilidades de agua, entre ellas el uso del suelo como almacén, en donde se acumularán las agua de lluvia para su posterior empleo en verano como complemento al riego. Asimismo interesa conocer, para cada zona y tipo de olivar los caudales mínimos necesarios, así como la posibilidad de aumentar la superficie regada con un determinado caudal, aún sabiendo que no se cubren las necesidades óptimas por hectárea para máxima producción aunque en determinados casos podría llevar a conseguir una mayor producción por volumen total de agua aplicada.

### 10.2. Programación de riegos

El olivo, como todas las plantas superiores funciona como un fábrica de asimilados, en cuyos laboratorios (las hojas) se utiliza la energía solar, el CO<sub>2</sub> atmosférico y el agua del suelo para producir biomasa (madera, ramas, raíces, tallos, nuevas hojas y frutos) mediante fotosíntesis. Para permitir la entrada del CO<sub>2</sub> en su interior, la planta abre los estomas, mientras, el vapor de agua que está saturando los espacios intercelulares de las hojas se pierde a la atmósfera. Esta pérdida de agua es conocida como **transpiración**, y es el **coste** o **impuesto** que el cultivo debe pagar para producir la biomasa. Este agua debe ser repuesta a los tejidos mediante la extracción del suelo por las raíces. Como consecuencia inmediata, si el contenido de agua en el suelo no es suficiente para reponer todas las pérdidas por transpiración, el cultivo sufre un **déficit hídrico** que altera una serie de procesos, con cierre de los estomas y descenso en la síntesis de asimilados, con una repercusión final negativa sobre la producción.

Desde la superficie del suelo se produce igualmente una importante pérdida de agua por **evaporación**, proceso que tiene una gran importancia cuantitativa en climas áridos como el nuestro. La suma del agua consumida por la planta en transpiración más el agua evaporada se llama **evapotranspiración del cultivo (ETc)**, y debe ser satisfecha estacionalmente en su totalidad mediante la lluvia y/o el riego, para que no se vea afectada la producción potencial del cultivo.

Con la finalidad de poder hacer una primera aproximación sobre las cantidades de agua de riego a aportar a diferentes tipos de olivar, expondremos de forma rápida la metodología de cálculo de las necesidades, y posteriormente realizaremos un ejemplo práctico, analizando los parámetros de la plantación que pueden modificar de forma significativa las cantidades de agua a aportar.

La programación del riego puede hacerse empleando la metodología propuesta por el manual número 24 de la FAO (*Doorenbos y Pruitt, 1977*), aportando mediante el riego

**(R)** la diferencia entre la evapotranspiración del cultivo (**ETc**) y la lluvia efectiva (**Pe**). La dotación de riego (**R**) cuando se emplee una instalación de riego localizado bien diseñada puede calcularse empleando la expresión:

$$R = ETc - Pe$$

recomendándose regar en las épocas del año en las que **ETc** sea mayor que **Pe**.

La estimación de **ETc** para plantaciones adultas de olivar con volumen de copa y cobertura del suelo estable podría hacerse basándose en datos climáticos reales (por ejemplo los de la semana o quincena anterior), o en datos climáticos medios de varios años, sin que en este caso se cometa un grave error para la programación de riego en olivar del Valle del Guadalquivir, ya que la variabilidad interanual de **ETc** es relativamente pequeña, y el suelo, al tener, en la mayoría de los casos de buenos olivares, una aceptable capacidad de retención y profundidad, constituye un colchón de seguridad capaz de absorber pequeñas diferencias de cálculo. Sin embargo, en el caso de la lluvia efectiva (**Pe**) no deben emplearse cifras medias para la programación anual del riego, ya que la variabilidad interanual es muy grande. Para la estimación de la fracción de la precipitación que realmente ha sido efectiva después de producirse una lluvia, lo correcto sería medir la variación del contenido de agua en el suelo antes y después dicha lluvia, lo que solo es posible en parcelas experimentales. Existen multitud de métodos de estimación de **Pe**, todos ellos son poco exactos, por lo que ésta podría estimarse como el 70% de la lluvia total producida, despreciando las lluvias de escasa intensidad, y las que ocurren durante el período estival.

El referido manual de la **FAO** propone la estimación de la evapotranspiración del cultivo (**ETc**) empleando la expresión:

$$ETc = ETo \times kc$$

en donde **ETo**, denominada **evapotranspiración del cultivo de referencia**, es la evapotranspiración de una **pradera de gramíneas** con una altura entre 8 y 10 cm que crece sin limitaciones de agua y fertilizantes en el suelo, y sin incidencia de plagas o enfermedades. El valor de **ETo** es posible estimarlo también en base a datos climáticos. La expresión de *Penman-Monteith (Idso)* estima con bastante precisión el valor de **ETo** en el Valle del Guadalquivir (*Ferreres et al., 1998*), pero se requieren datos de temperaturas, velocidad de viento, humedad relativa y radiación, raras veces disponibles en la mayoría de las ocasiones. Por esta razón pueden buscarse otros métodos de estimación de **ETo** que permiten hacer aproximaciones bastante fiables. Una posibilidad en zonas sin influencia marina y sin vientos dominantes es emplear la fórmula de **Hargreaves** modificada, que utiliza solamente datos de temperaturas máximas y mínimas diarias, y estima la **ETo** con bastante precisión para períodos semanales o quincenales, suficiente para el caso del cultivo del olivo en nuestras condiciones. Otra posibilidad es emplear el tanque evaporimétrico (Tanque

clase A), cuya instalación es barata. En este caso, **ET<sub>o</sub>** puede estimarse empleando la expresión

$$ET_o = E_p \times K_p$$

siendo **E<sub>p</sub>** la evaporación medida desde el tanque (mm) y **K<sub>p</sub>** un coeficiente, cuyo valor está tabulado en el referido manual de la FAO, y cuyo valor en la zona puede oscilar entre 0,7 y 0,8 y que depende de la ubicación del tanque, así como de las variaciones diarias de parámetros climáticos tales como el viento y la humedad relativa del aire. En determinadas ubicaciones los coeficientes de tanque se desvían notablemente de los valores reseñados anteriormente.



▲ Fotografía 10.3. En la programación de riegos es fundamental disponer de datos meteorológicos fiables, lo que permitirá estimar a nivel local valores de **ET<sub>o</sub>**. Estación meteorológica automática en el ensayo de dosis y estrategias de riego en Santisteban del Puerto, con pluviómetro, termómetro, psicrómetro, radiómetro, anemómetro y evaporímetro clase A.

A título orientativo en la Tabla 10.1. mostramos los valores mensuales de **ET<sub>o</sub>** de algunas de las más importantes zonas olivereras españolas, en la que los valores de la **ET<sub>o</sub>** anual varían entre unos 1.100 mm anuales en las zonas olivereras más frías y unos 1.400 mm en las zonas más cálidas, con variaciones mensuales igualmente muy importantes, en función de la demanda evaporativa de la atmósfera, observándose los valores más altos en pleno verano (mes de julio) y los mínimos en invierno (diciembre y enero).

**Tabla 10.1. Distribución mensual de los valores medios diarios de ETo (mm/día) en diferentes zonas oliveras españolas obtenidas aplicando la fórmula de Hargreaves.**

| Localidad<br>Provincia | Córdoba<br>Córdoba | Lucena<br>Córdoba | Montoro<br>Córdoba | P. Genil<br>Córdoba | Alcalá Real<br>Jaén | Andújar<br>Jaén | Linares<br>Jaén | Ubeda<br>Jaén | Jaén<br>Jaén | Villacarrillo<br>Jaén |
|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------|-----------------------|
| E                      | 1,29               | 1,37              | 1,46               | 1,4                 | 1,16                | 1,26            | 1,35            | 1,06          | 1,08         | 0,91                  |
| F                      | 1,96               | 2,01              | 2,09               | 2,2                 | 1,61                | 1,82            | 1,89            | 1,64          | 1,6          | 1,39                  |
| M                      | 2,83               | 2,88              | 3,06               | 3,08                | 2,35                | 2,71            | 2,94            | 2,65          | 2,46         | 2,41                  |
| A                      | 4,07               | 4,09              | 4,32               | 3,77                | 3,2                 | 3,83            | 3,83            | 3,7           | 3,48         | 3,49                  |
| My                     | 5,11               | 5,41              | 5,52               | 5,41                | 4,26                | 5,16            | 5,13            | 4,77          | 4,47         | 4,89                  |
| Jn                     | 6,52               | 6,34              | 6,37               | 6,55                | 5,6                 | 6,23            | 6,53            | 5,4           | 5,9          | 5,71                  |
| Jl                     | 7,17               | 7,18              | 6,96               | 7,05                | 6,55                | 6,94            | 7,48            | 6,06          | 6,41         | 6,59                  |
| Ag                     | 6,36               | 6,33              | 6,04               | 6,22                | 5,9                 | 6,16            | 6,74            | 5,35          | 5,69         | 5,61                  |
| S                      | 4,62               | 4,68              | 4,69               | 4,43                | 4,33                | 4,37            | 4,9             | 3,83          | 4,06         | 3,79                  |
| O                      | 2,84               | 2,9               | 2,67               | 2,95                | 2,48                | 2,61            | 2,87            | 2,29          | 2,46         | 2,31                  |
| N                      | 1,72               | 1,59              | 1,86               | 1,88                | 1,5                 | 1,53            | 1,7             | 1,23          | 1,44         | 1,4                   |
| D                      | 1,15               | 1,1               | 1,29               | 1,28                | 1,1                 | 1,1             | 1,23            | 0,9           | 0,97         | 0,81                  |
| Año                    | 1.392              | 1.400             | 1.413              | 1.410               | 1.222               | 1.334           | 1.422           | 1.187         | 1.221        | 1.200                 |

| Localidad<br>Provincia | Granada<br>Granada | Antequera<br>Málaga | Sevilla<br>Sevilla | Gibraleón<br>Huelva | Granadella<br>Lérida | Reus<br>Tarragona | Junilla<br>Murcia | Almendralejo<br>Badajoz | Mora de T.<br>Toledo | Calanda<br>Teruel |
|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
| E                      | 1,15               | 1,37                | 1,43               | 1,29                | 1,15                 | 1,32              | 1,14              | 1,23                    | 0,92                 | 0,94              |
| F                      | 1,72               | 1,74                | 1,94               | 1,66                | 1,55                 | 1,75              | 2,14              | 1,73                    | 1,45                 | 1,44              |
| M                      | 2,59               | 2,64                | 2,8                | 3,14                | 2,47                 | 2,65              | 3,41              | 2,65                    | 2,6                  | 2,34              |
| A                      | 3,51               | 3,59                | 3,88               | 4,46                | 3,81                 | 4                 | 4,6               | 3,81                    | 3,38                 | 3,48              |
| My                     | 4,4                | 4,82                | 5,24               | 5,87                | 4,25                 | 4,29              | 5,15              | 6,07                    | 4,37                 | 4,48              |
| Jn                     | 5,7                | 5,86                | 6,12               | 6,25                | 5,24                 | 5                 | 4,88              | 6,24                    | 5,52                 | 5,52              |
| Jl                     | 6,2                | 6,74                | 6,81               | 7,26                | 5,91                 | 5,45              | 6,77              | 6,84                    | 7,07                 | 5,98              |
| Ag                     | 5,6                | 6,03                | 6,25               | 6,57                | 4,7                  | 4,55              | 6,34              | 6,07                    | 6,31                 | 4,85              |
| S                      | 4,15               | 4,24                | 4,71               | 4,44                | 3,14                 | 2,93              | 4,33              | 4,43                    | 3,98                 | 3,51              |
| O                      | 2,66               | 2,71                | 2,98               | 2,51                | 1,47                 | 1,97              | 2,88              | 2,68                    | 1,71                 | 2,18              |
| N                      | 1,57               | 1,65                | 1,75               | 1,42                | 1,03                 | 1,33              | 2,03              | 1,51                    | 1,09                 | 1,23              |
| D                      | 1,05               | 1,18                | 1,27               | 1,04                | 0,79                 | 1,16              | 1,28              | 1,06                    | 0,67                 | 0,83              |
| Año                    | 1.229              | 1.299               | 1.378              | 1.402               | 1.083                | 1.110             | 1.371             | 1.322                   | 1.193                | 1.122             |

El coeficiente **kc** es el denominado **coeficiente de cultivo**, que debe ser determinado experimentalmente, y que en olivo puede tomar valores comprendidos entre **0,50 y 0,65** según los diferentes meses del año. Para las condiciones del Valle del Guadalquivir puede emplearse la cifra menor en pleno verano, siempre que se riegue por goteo y se desprecien las lluvias producidas en esta época, cualquiera que sea su cuantía. El valor máximo de **kc** correspondería a los meses de otoño e invierno, época en la que la superficie del suelo suele estar húmeda, por lo que la evaporación es importante cuantitativamente. En el caso del olivo, el **kc** no solo depende del **área foliar** de la plantación, como ocurre en la mayoría de los cultivos, sino también de las condiciones climáticas, ya que el árbol cierra estomas cuando la humedad relativa del aire es baja, independiente del contenido de agua del suelo.

Las estimaciones de **ETc**, mediante la aplicación de la metodología descrita anteriormente, pueden ser válidas para olivares de gran desarrollo y con cobertura del suelo por la copa del árbol superiores al 50%, situación que no se presenta en la mayoría de las plantaciones. Para coberturas inferiores, la estimación de **ETc** habría que hacerla en base a la expresión propuesta para olivar por *Orgaz y Fereres (1997)*:

$$ETc = ET_0 \times kc \times kr \quad [1]$$

Al no disponerse de información para el caso del olivar, tema en el que se trabaja en la actualidad, el coeficiente reductor **kr** podría determinarse de forma aproximada en base al porcentaje de **superficie de suelo cubierta** por la copa de los olivos (**Sc**):

$$kr = 2 \times Sc \div 100 \quad [2]$$

El porcentaje de **suelo cubierto (Sc)** se calcula en función del diámetro medio de la copa de los olivos de la plantación a regar **D** (metros) y de la densidad de plantación **N** (olivos/ha), aplicando la expresión:

$$Sc = \frac{\pi \times D^2 \times N}{4 \times 100}$$

A título orientativo, en la Tabla 10.2. damos una información de los diámetros medios de copa, superficie cubierta y valores del **kr** para diferentes densidades de plantación y volúmenes de copa por hectárea.

**Tabla 10.2. Diámetro de la copa de los olivos, superficie de suelo cubierta y valor de kr, para diferentes densidades de plantación y diferentes volúmenes de copa por hectárea.**

| Densidad Plantación (olivos/ha) | Volumen Copa (m <sup>3</sup> /ha) | Diámetro Copa (m) | Superficie Cubierta (m <sup>2</sup> /ha) | Kr   |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------|--|------|
| 100                             | 4.000                             | 4,67              | 1.713                                    | 0,34 |
|                                 | 6.000                             | 5,35              | 2.248                                    | 0,45 |
|                                 | 8.000                             | 5,88              | 2.715                                    | 0,54 |
|                                 | 10.000                            | 6,34              | 3.157                                    | 0,63 |
|                                 | 12.000                            | 6,74              | 3.568                                    | 0,71 |
|                                 | 14.000                            | 7,09              | 3.948                                    | 0,79 |
| 200                             | 4.000                             | 3,48              | 1.902                                    | 0,38 |
|                                 | 6.000                             | 3,98              | 2.488                                    | 0,5  |
|                                 | 8.000                             | 4,38              | 3.013                                    | 0,6  |
|                                 | 10.000                            | 4,72              | 3.499                                    | 0,7  |
|                                 | 12.000                            | 5,01              | 3.943                                    | 0,79 |
|                                 | 14.000                            | 5,28              | 4.379                                    | 0,88 |
| 300                             | 4.000                             | 3,04              | 2.178                                    | 0,44 |
|                                 | 6.000                             | 3,48              | 2.853                                    | 0,57 |
|                                 | 8.000                             | 3,83              | 3.456                                    | 0,69 |
|                                 | 10.000                            | 4,12              | 4.000                                    | 0,8  |
|                                 | 12.000                            | 4,38              | 4.520                                    | 0,9  |
|                                 | 14.000                            | 4,61              | 5.007                                    | 1    |
|                                 | 16.000                            | 4,82              | 5.474                                    | 1    |

En la metodología anteriormente descrita no está prevista la utilización de la **reserva** (agua almacenada en el suelo durante el período lluvioso, otoño-invierno). Sin embargo, en cultivos como el olivar y en las condiciones de muchos de los olivares de riego de Andalucía (pluviometría media de 500 mm, suelos profundos y con una gran capacidad de retención), esta **reserva** puede cubrir más del 60% de las necesidades totales para máxima producción, por lo que su utilización es muy recomendable en programación de riegos, en especial en regiones con limitados recursos de agua o cuando ésta tiene un coste muy elevado. De una forma relativa precisa y suficiente para la programación del riego de olivar en nuestras condiciones, puede estimarse la **reserva** determinando el **contenido de agua en el suelo explorado por las raíces a fecha 31 de marzo** (método gravimétrico, sonda de neutrones, etc.), época en la que es normal que ya se haya producido el 70% de la pluviometría total anual, planteándonos no agotar el perfil durante el período de riegos (primavera y verano) por debajo de un determinado nivel umbral, denominado **nivel de agotamiento permisible (NAP)**, que podría definirse como el contenido de agua del suelo por debajo del cual es previsible que el cultivo empiece a reducir su tasa de transpiración. El **NAP** no tiene un valor único, sino que para cada cultivo puede tomar valores distintos, dependiendo de la sensibilidad al estrés hídrico del mismo, del método de riego y de la demanda evaporativa

de la atmósfera. Para el caso del olivo el **NAP** podría estimarse, en función del tipo de suelo, aplicando la expresión:

$$\mathbf{NAP = 0,75 \times Z \times (CC - PMP)}$$

en donde **Z** (mm) es la profundidad de suelo explorada por las raíces y **CC** (capacidad de campo) y **PMP** (punto de marchitamiento) se expresan como humedad volumétrica en tanto por uno. En la Tabla 10.3. presentamos datos medios de retención de agua para diferentes tipos de suelo.

Este agua podrá consumirse como complemento al riego a lo largo de la estación, siendo recomendable programar su consumo en la época de máxima demanda (verano), de modo que los caudales manejados por hectárea sean mínimos, lo que permitirá que con el caudal disponible podamos regar una máxima superficie, así como abaratar las instalaciones de riego.

### 10.3. Necesidades de agua en un olivar

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, vamos a resolver un ejemplo práctico en el que vamos a calcular las necesidades de agua de riego de un olivar en la zona de Córdoba. Suponemos un suelo de tipo medio de la comarca, de un metro de profundidad, textura franca y con **CC** y **PM** respectivamente **0,32** y **0,13**. Con la ayuda de estos datos y a efectos de programación del riego podemos calcular la máxima cantidad de agua que podemos extraer del perfil.

$$\mathbf{NAP = 0,75 \times 1.000 (0,32 - 0,13) = 142 \text{ mm}}$$

Suponemos que el cálculo lo hacemos para un año de 597 mm de pluviometría total ( $P_e = 395\text{mm}$ ), con unos valores medios mensuales de **ET<sub>o</sub>** y **P<sub>e</sub>** que presentamos en las Tablas 10.4., 10.5. y 10.6.

**Tabla 10.3. Propiedades físicas medias de suelos de diferente textura.**

| Textura          | PMP (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ) | cc (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ) | NAP (mm) <sup>(1)</sup> |
|------------------|---|--|-------------------------|
| Arenoso          | 0,07                                    | 0,15                                   | 60                      |
| Franco-Arenoso   | 0,09                                    | 0,21                                   | 90                      |
| Franco           | 0,14                                    | 0,31                                   | 127                     |
| Franco-arcilloso | 0,17                                    | 0,36                                   | 142                     |
| Arcillo-limoso   | 0,20                                    | 0,40                                   | 150                     |
| Arcilloso        | 0,21                                    | 0,44                                   | 172                     |

<sup>(1)</sup> Para un suelo con 1 m. de profundidad.

**Tabla 10.4. Cálculo de la ETc y de la dotación de riego en la zona de Córdoba en un olivar plantado al marco 10 x 10 m (100 olivos/ha) cuyo volumen de copa es de 12.000 m<sup>3</sup>/ha, cuando se programa la utilización de la reserva de agua del suelo hasta el NAP (142 mm). Pluviometría total 597 mm.**

| Mes            | ETo<br>(mm/día) | Pe<br>(mm/día) | kc   | kr   | ETc<br>(mm/día) | ETc-Pe<br>(mm/día) | Reserva<br>(mm) | Riego Agotando<br>Reserva/NAP<br>(litros/olivo y día) | Reserva<br>Utilizable<br>(mm) |
|----------------|-----------------|----------------|------|------|-----------------|--------------------|-----------------|---|-------------------------------|
| E              | 1,2             | 1,58           | 0,65 | 0,71 | 0,55            | -1,03              | 31,93           | -   | -                             |
| F              | 2               | 1,64           | 0,65 | 0,71 | 0,92            | -0,72              | 20,16           | -   | -                             |
| M              | 2,8             | 1,77           | 0,65 | 0,71 | 1,29            | -0,48              | 14,88           | -   | 142                           |
| A              | 4,1             | 1,13           | 0,6  | 0,71 | 1,75            | 0,62               | -               | 96  | 142                           |
| M <sub>y</sub> | 5,4             | 0,77           | 0,55 | 0,71 | 2,11            | 1,34               | -               | 96  | 140                           |
| Jn             | 6,3             | 0              | 0,55 | 0,71 | 2,46            | 2,46               | -               | 96  | 95                            |
| Jl             | 7,2             | 0              | 0,5  | 0,71 | 2,56            | 2,56               | -               | 96  | 45                            |
| Ag             | 6,3             | 0              | 0,5  | 0,71 | 2,24            | 2,24               | -               | 96  | 5                             |
| S              | 4,6             | 0,65           | 0,55 | 0,71 | 1,8             | 1,15               | -               | 96  | 0                             |
| O              | 2,8             | 1,32           | 0,6  | 0,71 | 1,19            | -0,13              | -               | -   | 4                             |
| N              | 1,5             | 2,07           | 0,65 | 0,71 | 0,69            | -1,38              | 41,4            | -   | -                             |
| D              | 1,1             | 2,09           | 0,65 | 0,71 | 0,51            | -1,58              | 48,98           | -   | -                             |
| Año            | 1.382           | 395            | -    | -    | 551             | -                  | -               | 175   | -                             |



**Tabla 10.5. Cálculo de la ETc y de la dotación de riego en la zona de Córdoba en un olivar plantado al marco 7,07 x 7,07 m (200 olivos/ha) cuyo volumen de copa es de 12.000 m<sup>3</sup>/ha, cuando se programa la utilización de la reserva de agua del suelo hasta el NAP (142 mm). Pluviometría total 597 mm.**

| Mes | ETo<br>(mm/día) | Pe<br>(mm/día) | kc   | kr   | ETc<br>(mm/día) | ETc-Pe<br>(mm/día) | Reserva<br>(mm) | Riego Agotando<br>Reserva/NAP<br>(litros/olivo y día) | Reserva<br>Utilizable<br>(mm) |
|-----|-----------------|----------------|------|------|-----------------|--------------------|-----------------|---|-------------------------------|
| E   | 1,2             | 1,58           | 0,65 | 0,79 | 0,62            | -0,96              | 29,76           | -   | -                             |
| F   | 2               | 1,64           | 0,65 | 0,79 | 1,03            | -0,61              | 17,08           | -   | -                             |
| M   | 2,8             | 1,77           | 0,65 | 0,79 | 1,44            | -0,33              | 10,23           | -   | 142                           |
| A   | 4,1             | 1,13           | 0,6  | 0,79 | 1,94            | 0,81               | -               | 60  | 142                           |
| My  | 5,4             | 0,77           | 0,55 | 0,79 | 2,35            | 1,58               | -               | 60  | 142                           |
| Jn  | 6,3             | 0              | 0,55 | 0,79 | 2,74            | 2,74               | -               | 60  | 96                            |
| Jl  | 7,2             | 0              | 0,5  | 0,79 | 2,84            | 2,84               | -               | 60  | 45                            |
| Ag  | 6,3             | 0              | 0,5  | 0,79 | 2,49            | 2,49               | -               | 60  | 5                             |
| S   | 4,6             | 0,65           | 0,55 | 0,79 | 2               | 1,35               | -               | 60  | 1                             |
| O   | 2,8             | 1,32           | 0,6  | 0,79 | 1,33            | 0,01               | -               | -   | 0                             |
| N   | 1,5             | 2,07           | 0,65 | 0,79 | 0,77            | -1,3               | 39              | -   | -                             |
| D   | 1,1             | 2,09           | 0,65 | 0,79 | 0,56            | -1,53              | 47,43           | -   | -                             |
| Año | 1.382           | 395            | -    | -    | 613             | -                  | -               | 220   | -                             |

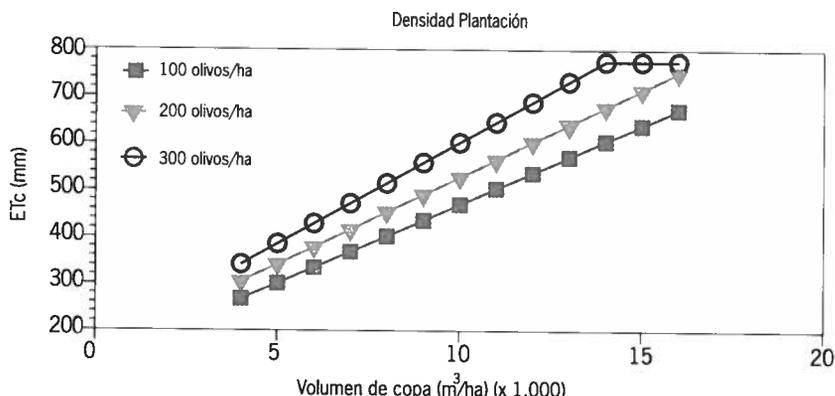
**Tabla 10.6. Cálculo de la ETc y de la dotación de riego en la zona de Córdoba en un olivar plantado al marco 8,00 x 4,17 m (300 olivos/ha) cuyo volumen de copa es de 12.000 m<sup>3</sup>/ha, cuando se programa la utilización de la reserva de agua del suelo hasta el NAP (142 mm). Pluviometría total 597 mm.**

| Mes | ETo<br>(mm/día) | Pe<br>(mm/día) | kc  | kc   | ETc<br>(mm/día) | ETc-Pe<br>(mm/día) | Reserva<br>(mm) | Riego Agotando<br>Reserva/NAP<br>(litros/olivo y día) | Reserva<br>Utilizable<br>(mm) |
|-----|-----------------|----------------|-----|------|-----------------|--------------------|-----------------|---|-------------------------------|
| E   | 1,2             | 1,58           | 0,9 | 0,65 | 0,7             | -0,88              | 27,28           | -   | -                             |
| F   | 2               | 1,64           | 0,9 | 0,65 | 1,17            | -0,47              | 13,16           | -   | -                             |
| M   | 2,8             | 1,77           | 0,9 | 0,65 | 1,64            | -0,13              | 4,03            | -   | 125                           |
| A   | 4,1             | 1,13           | 0,9 | 0,6  | 2,21            | 1,08               | -               | 55  | 142                           |
| Mj  | 5,4             | 0,77           | 0,9 | 0,55 | 2,67            | 1,9                | -               | 55  | 134                           |
| Jn  | 6,3             | 0              | 0,9 | 0,55 | 3,12            | 3,12               | -               | 55  | 90                            |
| Jl  | 7,2             | 0              | 0,9 | 0,5  | 3,24            | 3,24               | -               | 55  | 41                            |
| Ag  | 6,3             | 0              | 0,9 | 0,5  | 2,84            | 2,84               | -               | 55  | 4                             |
| S   | 4,6             | 0,65           | 0,9 | 0,55 | 2,28            | 1,63               | -               | 57  | 6                             |
| O   | 2,8             | 1,32           | 0,9 | 0,6  | 1,51            | 0,19               | -               | -   | 0                             |
| N   | 1,5             | 2,07           | 0,9 | 0,65 | 0,88            | -1,19              | 35,7            | -   | -                             |
| D   | 1,1             | 2,09           | 0,9 | 0,65 | 0,64            | -1,45              | 44,95           | -   | -                             |
| Año | 1.382           | 395            | -   | -    | 698             | -                  | -               | 303   | -                             |

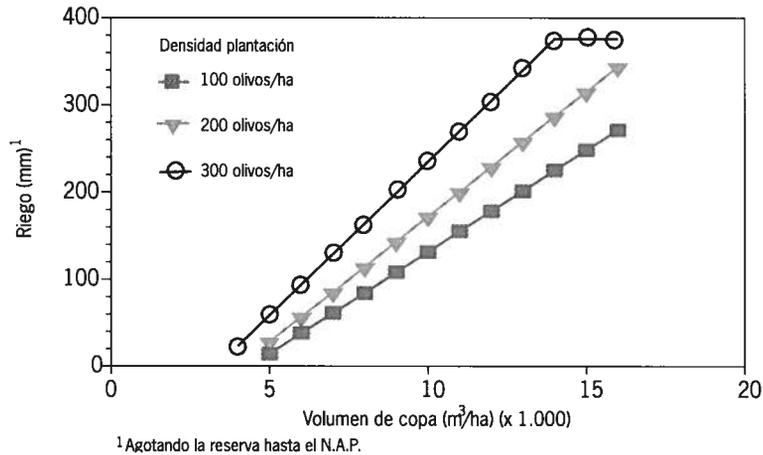
Los olivares que vamos a regar están plantados con densidades de 100 (10 x 10 m), 200 (7,07 x 7,07 m) y 300 (8 x 4,17 m) olivos/hectárea, resolviendo el ejemplo en el que el tamaño de los árboles expresado como volumen de copa es 12.000 m<sup>3</sup>/ha. Para estas características de plantación la superficie de suelo cubierto por la copa de los olivos así como los valores de cobertura y **Kr** los obtenemos de la Tabla 10.2. En las Tablas 10.4., 10.5. y 10.6. mostramos igualmente los valores de **Kc** recomendados por **Orgaz y Fereres (1997)**. En dichas tablas calculamos mensualmente las necesidades del cultivo (**ETc**) utilizando la expresión [1]. Una vez deducidos de **ETc** los valores de **Pe** conoceremos igualmente las necesidades de riego, así como el agua teóricamente acumulada en el terreno, que va a constituir la **reserva** (cuando **Pe > ETc**). Tal como se dijo anteriormente, esta **reserva** puede ser consumida por el olivo hasta el **NAP** en los meses de máximas necesidades.

En las Tablas 10.4., 10.5. y 10.6. se hace también una programación mensual del riego para cada plantación tipo, contemplándose en ella la posibilidad de utilizar la **reserva** de agua del suelo, llegando a principio de otoño habiendo agotado el agua acumulada en el terreno hasta el **NAP**, dosificándose el riego aplicando mensualmente la misma cantidad de agua por olivo, lo que facilitaría el manejo del riego y reduciría la cuantía de los caudales a utilizar por unidad de superficie regada. Reiterando los cálculos, para cada densidad (100-200-300 olivos/ha) y para diferentes volúmenes de copa (rango 4.000-16.000 m<sup>3</sup>/ha), hemos calculado también, los valores de **ETc** y la cantidad de agua a aportar mediante **riego** en el año medio ( $P = 597$  mm), datos que presentamos en las Figuras 10.1. y 10.2. respectivamente, y que pensamos pueden tener un gran interés.

**Figura 10.1. Evolución de los valores de ETc para distintos volúmenes de copa y densidades de plantación (100 - 200 - 300 olivos/ha) en olivares cultivados en las condiciones climáticas de Córdoba. (ETo = 1.382 mm y Pe = 395 mm)**



**Figura 10.2. Evolución de las necesidades de agua de riego en olivares con distintos volúmenes de copa y densidades de plantación (100 - 200 - 300 olivos/ha) cultivados en las condiciones climáticas de Córdoba ( $ET_o = 1382$  mm) en suelos profundos y con buena capacidad de retención de agua (nivel de agotamiento permisible 142 mm), en un año medio con pluviometría total próxima a 600 mm.**



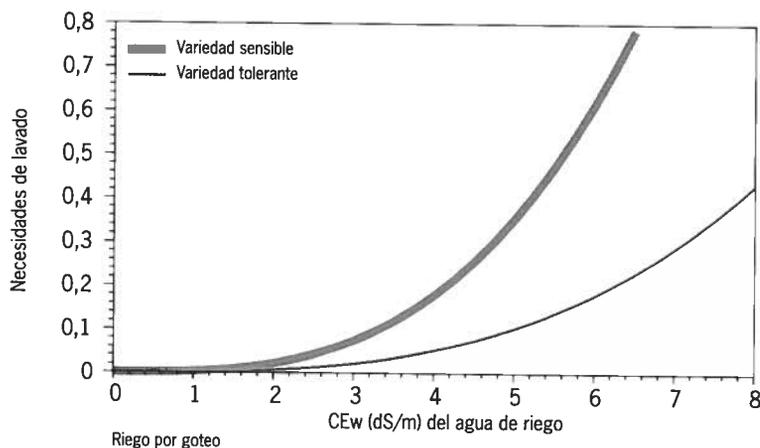
Con la metodología de cálculo presentada, el lector podrá calcular fácilmente las necesidades de agua de su olivar para cada zona de cultivo, teniendo en cuenta que, como ya hemos dicho,  $ET_o$  es una variable dependiente de la climatología de la zona donde se ubica el olivar (temperaturas, régimen de vientos, radiación solar, humedad relativa). En los años secos o en los suelos poco profundos o con una escasa capacidad de almacenamiento, la reserva puede ser sensiblemente menor que la propuesta en el ejemplo, por lo que la cantidad de agua a aportar con el riego será, lógicamente, bastante mayor (ver 10.5). Desde estas líneas pedimos al lector que no aplique indiscriminadamente las cifras de riego que hemos calculado, ya que podrían llevarle a graves errores.

Como vemos en la Figura 10.1, los valores de  $ET_c$  dependen en una determinada zona de la densidad de plantación y del volumen de copa del olivar a regar, así como del año en que hacemos la programación del riego. Así, para una zona con  $ET_c = 1.400$  mm y volumen de copa de  $10.000$  m³/ha, la  $ET_c$  variaría entre 470 mm en una plantación con 100 olivos/ha y 602 mm cuando la densidad empleada es de 300 olivos/ha. Si permitiésemos a los árboles un mayor volumen de copa,  $12.000$  m³/ha por ejemplo, los valores de  $ET_c$  subirían a 537 mm y 688 mm respectivamente. Si consideramos una lluvia eficaz anual de 395 mm, las cantidades de agua de riego a aportar (Figura 10.2.), suponiendo que agotamos la reserva del suelo hasta el **NAP**, estarían entre 131 y 235 mm/año para el caso de 100 y 300 olivos/ha respectivamente, manteniendo un volumen de copa de  $10.000$  m³/ha, y entre 178 y 305 mm para las mencionadas densidades, pero manteniendo un volumen de copa de  $12.000$  m³/ha.

Por último, debemos advertir que en la metodología para la programación de riego propuesta, se ha considerado que se trata de instalación bien diseñada y con buena uniformidad en el reparto del agua y que se emplea un agua de calidad. Si se tratara de aguas salinas, habría que programar el aporte de una cantidad suplementaria de agua para lavar las sales del bulbo, **necesidades de lavado (NL)**, de modo que la concentración salina en el bulbo húmedo no sobrepase nunca un nivel umbral, que en el caso del olivo se podría situarse posiblemente en una conductividad eléctrica en el extracto saturado de **4,0 dS/m** para las variedades sensibles, pudiéndose llegar hasta **6,0 dS/m** en las tolerantes a la salinidad (Mateos, 1996). Las necesidades de lavado son función de la salinidad del agua de riego, de la tolerancia a la salinidad del cultivo, así como del sistema de riego utilizado, siendo sensiblemente menores en riegos localizados de alta frecuencia.

Las necesidades de lavado pueden calcularse utilizando la Figura. 10.3. en la que encontraremos un valor de **NL** para cada valor de la **CE** del agua de riego y en función de la tolerancia varietal a la salinidad

**Figura 10.3. Cuando se riega con aguas de mala calidad debe programarse el aporte de una cantidad complementaria de agua para lavar las sales del bulbo, cantidad denominada necesidades de lavado (NL), que evitará que la concentración salina en el bulbo sobrepase el nivel umbral. El valor de NL puede obtenerse para un olivar regado por goteo y en función de la conductividad eléctrica del agua de riego y de la tolerancia varietal a la salinidad empleando el gráfico adjunto.**



Las necesidades totales de riego con agua salina (**NRt**) pueden calcularse empleando la expresión:

$$NRt = NRn / (1 - NL)$$

siendo **NRn** las necesidades de agua de buena calidad necesarias para el riego, calculadas en base a la metodología anteriormente descrita.

En olivar podemos decir que en nuestra zona (alta pluviometría en invierno) con aguas hasta una conductividad de **2,5-3,0 dS/m** se puede regar sin demasiados problemas, siempre que la naturaleza del suelo permita un buen drenaje y haya agua abundante. Por encima de **3,0 dS/m** es posible el riego solo en suelos de buen drenaje, si se riega por goteo, y si se programa una fracción de lavado bajo supervisión técnica, de modo que desplazemos las sales fuera de la zona de extracción de agua por las raíces del olivo.

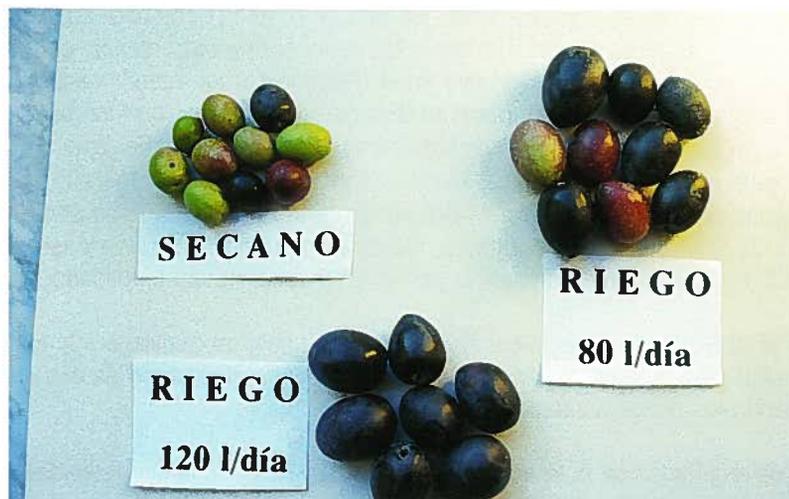
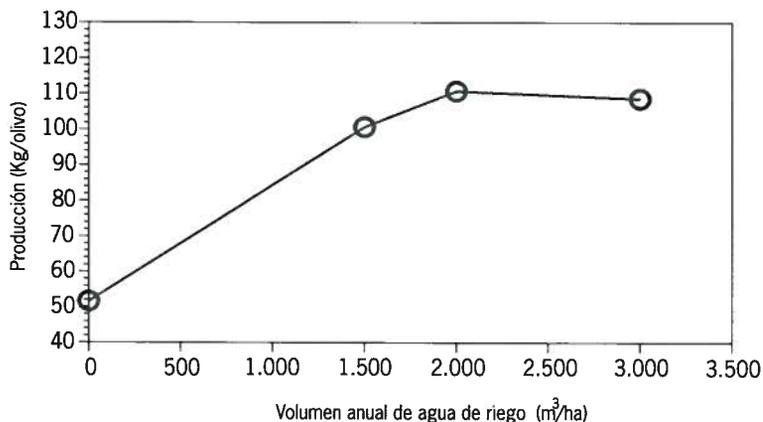
Es de vital importancia cuando se emplean aguas salinas para el riego, tener la preocupación de regar cuando aparecen las primeras lluvias para evitar la entrada de sales en el bulbo húmedo, ya que ello aumentaría la concentración en el mismo con efectos fitotóxicos para el cultivo.

#### **10.4. Un ensayo de verificación de los resultados**

Este planteamiento, que teóricamente puede satisfacernos plenamente, y que solo tiene aplicación a zonas de buena pluviometría y a suelos profundos y con buena capacidad de almacenamiento de agua, podría plantear ciertas dudas sobre los resultados que en la práctica se podrían obtener. Durante 5 años (período 1992-1996) y en base a los datos climatológicos medios de la zona (**ET<sub>o</sub> = 1.200 mm y P = 500 mm**), hemos realizado en Santisteban del Puerto (Jaén) un experimento en un olivar con 80 olivos/ha en el que frente a un olivar de secano no regado, con una pluviometría de 458, y frente a un olivar regado empleando las dosis óptimas calculadas aplicando el método propuesto por FAO (3.000 m<sup>3</sup>/ha), hemos aplicado durante 8 meses (marzo-octubre) dotaciones de agua de 80 (1.500 m<sup>3</sup>/ha) y durante 7 meses (abril-octubre) 120 litros/día (2.000 m<sup>3</sup>/ha), dotación que en éste último caso y en el año medio debe cubrir las necesidades de agua del cultivo sin agotar la reserva del suelo por debajo del NAP y, por tanto, sin que se prevea afectar negativamente a la producción.

Las cosechas medias de aceitunas obtenidas en el quinquenio en el referido ensayo aparecen en la Figura 10.4., observándose que no existen diferencias de producción entre los dos tratamientos mejor regados, en los que se ha obtenido una producción media del quinquenio de 110 Kg/olivo, doble que la del olivar de secano (51,6 Kg/olivo) que debe considerarse en este caso como una producción muy aceptable, muy superior a la media de la comarca. Sin embargo, en el olivar regado con 1.500 m<sup>3</sup>/ha la producción media ha sido de unos 100 Kg/olivo, habiéndose afectado la producción al haber descendido la reserva de agua en el suelo, en este caso y en algunos años y períodos del año, por debajo del NAP. A los costes medios del agua, y a los actuales precios del aceite, el aumento de la dosis de riego desde 1.500 a 2.000 m<sup>3</sup>/ha resulta ser rentable en las condiciones en las que se ha realizado el ensayo, incluso utilizando precios bajos.

**Figura 10.4.** Producciones medias de aceitunas obtenidas en el ensayo de estrategias y dosis de riego en Santisteban del Puerto (Jaén), en el que durante 5 años (1992 a 1996) se comparan árboles de secano con olivos regados con 1.500 - 2.000 - 3.000 m<sup>3</sup>/ha.



▲ Fotografía 10.4. El riego no solo permite aumentar el volumen de copa de los árboles y el número de frutos cuajados, sino que también aumenta el tamaño de las aceitunas. Frutos de árboles de secano y regados con diferentes dosis de agua. Ensayo de Santisteban del Puerto, año 1995.

- Aumento de producción:  $(110 - 100 \text{ Kg/olivo}) = 10 \text{ Kg/olivo}$   
 $10 \text{ Kg/olivo} \times 80 \text{ olivos/ha} = 800 \text{ Kg/ha}$
- Valor del aceite = P. Venta (270 ptas) + Ayuda (130 ptas) = 400 ptas/Kg

- Valor de la aceituna =  $400 \text{ ptas} \times 20/100 = 80 \text{ ptas/Kg}$
- Valor de la aceituna libre de recogida y coste de molturación =  $80 - 20 = 60 \text{ ptas/Kg}$ .
- Valor del aumento de producción =  $800 \text{ Kg/ha} \times 60 \text{ ptas/Kg} = 48.000 \text{ ptas/ha}$
- Se bombea agua con una altura manométrica de 200 m resultando el precio del agua a  $26 \text{ ptas./m}^3$ .
- Valor del agua empleada:  $2000 \text{ m}^3/\text{ha} - 1.500 \text{ m}^3/\text{ha} = 500 \text{ m}^3/\text{ha}$   
 $500 \text{ m}^3/\text{ha} \times 26 \text{ ptas/m}^3 = 13.000 \text{ ptas/ha}$

Beneficio obtenido para un aumento de la dosis de riego desde 1.500 a 2.000  $\text{m}^3/\text{ha}$ :

$$48.000 - 13.000 = 35.000 \text{ ptas/ha}$$

Teniendo en cuenta los datos y cálculos presentados, en olivares tradicionales (< 100 olivos/ha) similares a los del ensayo y en zonas con pluviometría de 500 mm, regar con **2.000  $\text{m}^3/\text{ha}$ . y año** debe considerarse como la cantidad recomendable para zonas con **ET<sub>o</sub> = 1.200 mm** y con olivos con un volumen de copa de  $12.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ . En este ensayo, la respuesta al riego en los años secos 1993 a 1995 (pluviometría media 347 mm) ha sido espectacular, obteniéndose una producción media del trienio de 13 Kg/olivo en secano, mientras que en el tratamiento regado con  $1.500 \text{ m}^3/\text{ha}$  dicha media se elevó a 68 Kg/olivo. Sin embargo, en los dos años más lluviosos 1992 y 1996 (pluviometría media 625 mm), la respuesta ha sido menor, obteniéndose 109 Kg/olivo en secano y 149 Kg/olivo en el tratamiento con menor cantidad de agua de riego aplicada. Utilizando los datos obtenidos en el ensayo, podríamos decir igualmente, que en estas condiciones si dispusiéramos de un volumen de agua de  $10.000 \text{ m}^3$  al año, sería preferible regar 6,67 hectáreas empleando  $1.500 \text{ m}^3/\text{año}$ , que regar 5,00 hectáreas empleando  $2.000 \text{ m}^3/\text{año}$ , ya que en el primer caso se podría obtener una media de 53.360 Kg de aceitunas, mientras que en el segundo caso se obtendrían 44.000 Kg, por lo que el beneficio por metro cubico de agua aplicado sería mayor.

Por otro lado, y especialmente en años lluviosos, no conviene aumentar en exceso las cantidades de agua aplicadas, ya que se dificulta el proceso de extracción del aceite cuando los frutos acumulan agua en exceso.

Los resultados de este ensayo muestran la validez de la hipótesis de trabajo, lo que nos permite aconsejar utilizar la metodología de cálculo propuesta en el apartado **10.2.** (Tablas 10.4., 10.5. y 10.6.), y por tanto la utilización de la reserva de agua en el suelo a la hora de programar los riegos del olivar.

### **10.5. Factores que influyen en las necesidades de agua de riego del olivar**

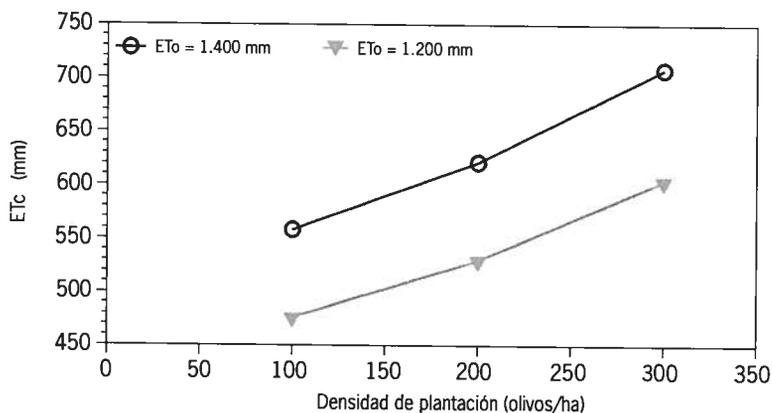
De la **climatología** de la zona dependen las necesidades potenciales de agua del cultivo (Tabla 10.1.), y a la hora de programar anualmente el riego debería conocerse la cuantía de la **reserva** de agua disponible en el suelo a la salida del invierno. Para



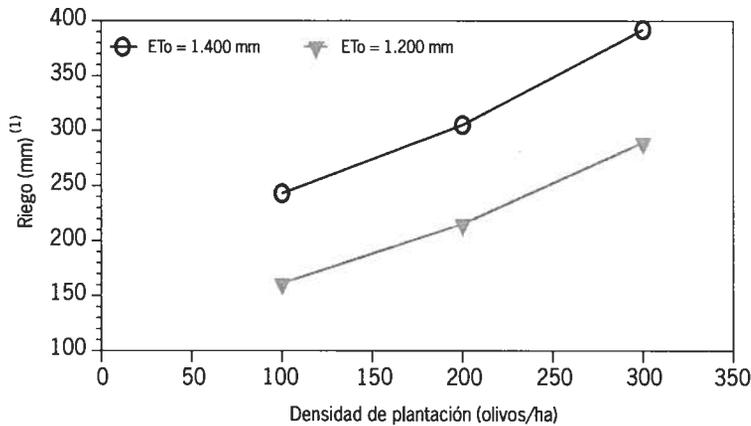
unas determinadas características edafoclimáticas (Tabla 10.3.), el tipo de plantación (**densidad y tamaño de los árboles**) influye sobre las necesidades totales de agua de riego, así como sobre la producción potencial media del olivar.

Al aumentar la **densidad de plantación**, para un determinado volumen de copa por hectárea, aumenta también la superficie de suelo cubierta por la copa de los árboles (Tabla 10.2.), y por tanto aumentan también las necesidades de agua del cultivo (Figuras 10.1. y 10.2.), y como es natural, también aumenta la capacidad productiva de la plantación (Ver Capítulo 4). En la Figura 10.5. presentamos los valores de **ETc** de olivares plantados a diferentes densidades (100-200-300 olivos/ha) cultivados en dos zonas diferentes de Andalucía: zona cálida (**ETo = 1.400 mm**) y zona fría (**ETo = 1.200 mm**), para una pluviometría total anual de 500 mm y para un volumen de copa de la plantación de 12.000 m<sup>3</sup>/ha, volumen bastante normales en los olivares de riego de la región. Como se observa en la Figura 10.6., en la zona de clima más cálido las necesidades de **riego** son notablemente mayores que en zonas más frías. Así, mientras que en la zona fría se necesitarían 161 y 289 mm/año para regar olivares con densidades de plantación de 100 y 300 olivos/ha, en la zona cálida se necesitarían para las mismas densidades 243 y 392 mm respectivamente.

**Figura 10.5. Evolución de los valores de ETc para distintas densidades de plantación (100 - 200 - 300 olivos/ha) en olivares cultivados en dos zonas climáticas cuya demanda evaporativa es diferente. Una zona fría con valores medios anuales de ETo = 1.200 mm, y una zona más cálida con ETo = 1.400 mm. Se ha supuesto que el volumen de copa de la plantación es 12.000 m<sup>3</sup>/ha. Pluviometría 500 mm.**



**Figura 10.6.** Evolución de las necesidades de agua de riego en olivares con distintas densidades de plantación (100 - 200 - 300 olivos/ha) cultivados en suelos profundos y con buena capacidad de retención de agua (NAP = 142 mm), en un año medio con pluviometría total de 500 mm, en dos zonas climáticas cuya demanda evaporativa es diferente. Una zona fría con valores medios anuales de  $E_{To} = 1.200$  mm, y una zona más cálida con  $E_{To} = 1.400$  mm. Se ha supuesto que el volumen de copa de la plantación es  $12.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ .



En el apartado 10.3. hemos visto como en zonas con limitados recursos de agua, y especialmente cuando ésta tiene un alto coste, puede ser aconsejable la programación del riego empleando la reserva de agua en el suelo para cubrir parte de las necesidades del cultivo. En este caso se podrían reducir las cantidades de agua que es necesario aportar, dependiendo ello en gran medida de la pluviometría, así como de la capacidad del suelo para almacenar agua

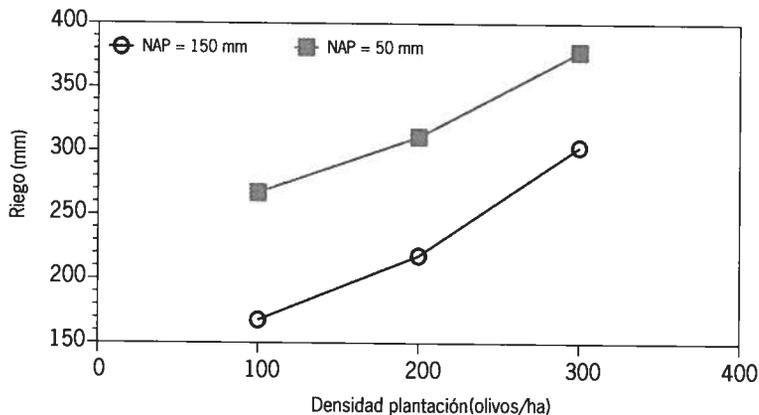
La cantidad de agua que un suelo es capaz de almacenar depende de su textura (Tabla 10.3.). Así un suelo arcilloso es capaz de almacenar mayor cantidad de agua que un suelo arenoso, y/o de la profundidad de la capa explorada por las raíces del cultivo.

Por esta razón, la naturaleza del suelo afecta en gran medida a la programación del riego; al diseño de las instalaciones de riego (por ejemplo a la elección del sistema de aplicación de agua o al número de goteros a instalar por olivo, en el caso en que nos decidamos por el riego por goteo); afectando igualmente al número de hectáreas de olivar que es posible regar con un determinado caudal continuo, así como a la programación a realizar durante la campaña.

En la Figura 10.7. presentamos las necesidades de riego de olivares con volumen de copa de  $12.000 \text{ m}^3/\text{ha}$  plantados con 100, 200 y 300 olivos/ha, en una zona con  $E_{To} = 1.383$  mm y pluviometría de 600 mm, para dos tipos de suelo, uno arcilloso y

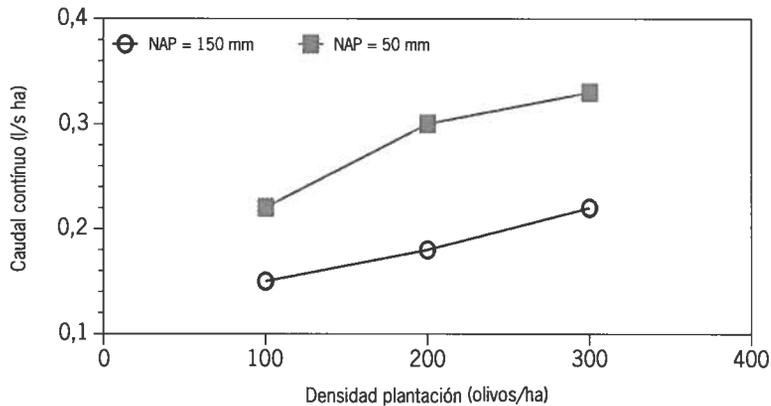
profundo (NAP = 150 mm) y otro suelto o poco profundo (NAP = 50 mm). La cantidad de agua que habría que aportar a un olivar cultivado en un suelo con escasa capacidad de almacenamiento es mucho mayor que la que habría que aportar en un suelo arcilloso y profundo. Así mientras que en el suelo con NAP = 150 mm en un olivar con 200 olivos/ha habría que regar con 218 mm/año, en el suelo con NAP = 50 mm habría que aportar 311 mm.

**Figura 10.7. Necesidades anuales de riego de olivares plantados con distintas densidades y cultivados en suelos con diferentes capacidades de almacenamiento de agua, NAP = 150 mm (suelo profundo y arcilloso) y NAP = 50 mm (suelo poco profundo o ligero). El supuesto se ha realizado para una localidad con  $E_{To} = 1.383$  mm/año, pluviometría 600 mm ( $P_e = 395$  mm) y para un volumen de copa de los olivos de  $12.000 \text{ m}^3/\text{ha}$ .**

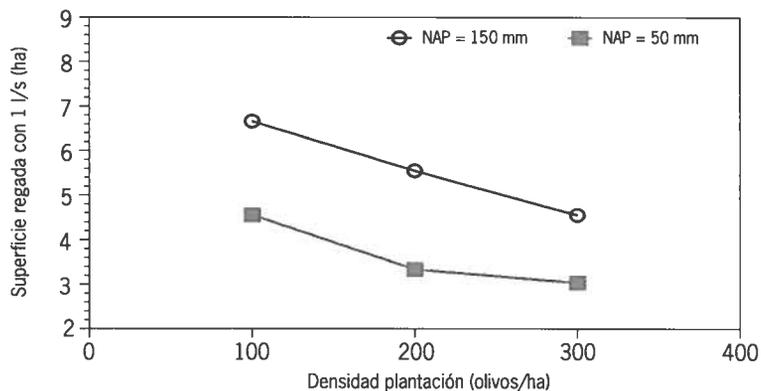


En el caso en que hubiésemos diseñado una instalación que permita aportar 16 litros por olivo y hora, para regar el olivar del ejemplo se necesitaría en el suelo con buena capacidad de almacenamiento un caudal continuo de 0,18 l/s, mientras que, en el suelo con escasa capacidad de retención serían necesarios 0,30 l/s (Figura 10.8.). Si dispusiésemos de un caudal continuo de **1 litro por segundo**, en el primer suelo podrían regarse 5,5 hectáreas, mientras que en el segundo solamente se podrían regar 3,3 hectáreas (Figura 10.9.). Con estas cifras se ha previsto cubrir las necesidades del cultivo para máxima producción.

**Figura 10.8.** Caudales continuos necesarios para el riego de olivares plantados con distintas densidades y cultivados en suelos con diferentes capacidades de almacenamiento de agua, NAP = 150 mm (suelo profundo y arcilloso) y NAP = 50 mm (suelo poco profundo o ligero). El supuesto se ha realizado para una localidad con  $E_{To} = 1.383$  mm/año, pluviometría 600 mm ( $P_e = 395$  mm) y para un volumen de copa de los olivos de  $12.000$  m<sup>3</sup>/ha. La instalación proyectada permitiría aportar 16 l/olivo y hora.

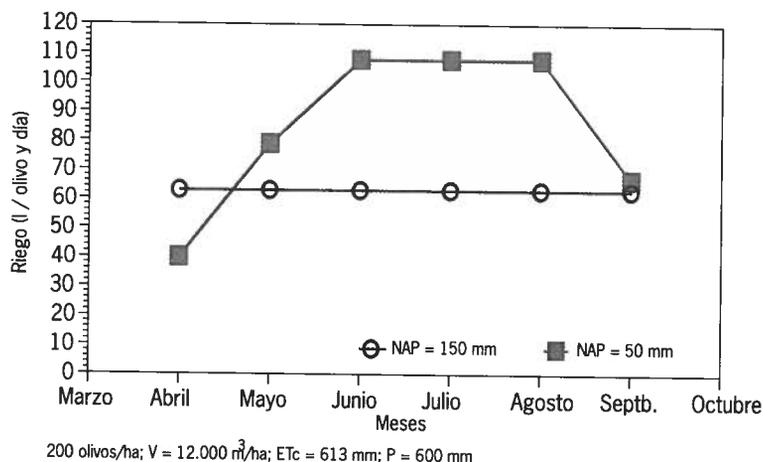


**Figura 10.9.** Superficie que podría regarse con un caudal continuo de 1 l/s en olivares plantados con distintas densidades y cultivados en suelos con diferentes capacidades de almacenamiento de agua, NAP = 150 mm (suelo profundo y arcilloso) y NAP = 50 mm (suelo poco profundo o ligero). El supuesto se ha realizado para una localidad con  $E_{To} = 1.383$  mm/año, pluviometría 600 mm ( $P_e = 395$  mm) y para un volumen de copa de los olivos de  $12.000$  m<sup>3</sup>/ha. La instalación proyectada permitiría aportar 16 l/olivo y hora.



En un suelo con limitada capacidad de almacenamiento no solo habría que aportar mayores cantidades de agua de riego, sino que el manejo del propio riego sería muy diferente, pues al no disponerse en este caso de una reserva abundante, que sería un *colchón de seguridad* durante muchos meses, habría que estar muy pendientes de que en ningún momento se agotara la reserva del suelo por debajo del NAP, regando diariamente con la suficiente cantidad de agua, ya que si causásemos estrés hídrico en los árboles durante ciertos períodos de tiempo, y en especial si estos coinciden con momentos críticos, podríamos afectar negativamente a la producción. Así, mientras que en el suelo con NAP = 150 mm podríamos regar el citado olivar de 200 olivos/ha aportando diariamente 63 l/olivo desde abril a septiembre (Figura 10.10.), en el suelo con NAP = 50 mm habría que programar el riego empleando cantidades relativamente variables a lo largo del año, partiendo de 40 l/día en abril, y llegando a aportaciones máximas de 108 litros en verano.

**Figura 10.10. Cantidad de agua a aportar diariamente en los diferentes meses de la campaña de riegos, en olivares plantados con distintas densidades y cultivados en suelos con diferentes capacidades de almacenamiento de agua, NAP = 150 mm (suelo profundo y arcilloso) y NAP = 50 mm (suelo poco profundo o ligero). El supuesto se ha realizado para una localidad con ETo = 1.383 mm/año, pluviometría 600 mm (Pe = 395 mm) y para un volumen de copa de los olivos de 12.000 m<sup>3</sup>/ha.**



## 10.6. La poda y las necesidades de agua del olivar

Aunque ya hemos considerado en el Capítulo 6 la problemática de la poda en los olivares de riego, queremos hacer aquí una serie de puntualizaciones sobre la influencia de la **poda** en el consumo de agua del olivar. La poda permite regular el tamaño de los olivos, así como la cantidad de hojas o frondosidad de los árboles

(índice de área foliar). En este sentido, podas severas que reduzcan el volumen de copa o su índice de área foliar permiten reducir las necesidades de agua del olivo, al reducir el valor de **Kr** en la expresión [1] que empleamos para el cálculo de las necesidades de agua. Los ahorros de agua pueden ser importantes, del orden del 25% al reducir el volumen de copa del olivar desde 12.000 a 10.000 m<sup>3</sup>/ha. Sin embargo, esta reducción trae consigo paralelamente una no despreciable reducción de la producción del olivar, que aplicando el modelo geométrico que venimos manejando podría evaluarse en un 15%.

### 10.7. Los sistemas de cultivo y las necesidades de agua del olivar

Cuando los olivos se cultivan empleando sistemas de mantenimiento de suelo que mantienen todo el año el terreno desnudo (laboreo, no-laboreo, laboreo mínimo), la metodología de programación del riego que hemos propuesto es la correcta. Sin embargo, si nos decidiésemos por un sistema con **cubierta vegetal**, deberíamos hacer una serie de matizaciones.

Si se mantiene una **cubierta viva** solamente durante la estación lluviosa (otoño-invierno), realizándose una siega química al principio de la primavera, el consumo de agua por transpiración de la cubierta sería probablemente equiparable a la evaporación desde el suelo desnudo, que en esta época del año ésta húmedo, por lo que la metodología de cálculo de necesidades de riego sería la propuesta. Sin embargo, si se quiere mantener una cubierta viva durante todo el año sobre el suelo, segándose mecánicamente, ello implicaría en el caso del riego localizado prescindir de la **reserva** en la zona cubierta por la vegetación de cobertura a la hora de programar el riego, ya que una buena parte del agua sería consumida por la cubierta vegetal, lo que limitaría la cantidad de agua de lluvia utilizada por el olivo durante la estación de crecimiento. En una primera aproximación, y siguiendo las indicaciones de *Beede y Goldhamer (1994)* habría que mayorar el valor de **Kc**, sumándole 0,25-0,30 durante los meses de primavera y verano en los que la cubierta esté en activo crecimiento (marzo-junio, por ejemplo). En nuestras condiciones climáticas, para mantener una cubierta viva en verano sería imprescindible el riego por aspersión.

### 10.8. El riego y la calidad del aceite

En los ensayos sobre dosis de agua de riego se ha comprobado a lo largo de varios años que existen cambios en la composición química y características organolépticas de los aceites producidos en olivos sometidos a diferentes disponibilidades de agua a lo largo de su ciclo vegetativo (*Salas et al., 1997*).

Aunque se han detectado diferencias significativas en determinadas propiedades químicas de los aceites debido a las diferentes disponibilidades de agua, en ocasiones estos cambios tienen escasa relevancia desde el punto de vista práctico. Es el caso de

la **composición ácida, K<sub>270</sub>, K<sub>232</sub>, acidez e índice de peróxidos**, que casi siempre estuvieron dentro de los límites reglamentados.

El cambio más relevante observado es la variación en el contenido total en **polifenoles** del aceite en función de las disponibilidades de agua por el olivo.

La **valoración organoléptica** por el panel de cata de los aceites producidos muestra en general una puntuación más alta en los aceites producidos en seco (Tabla 10.7.). Debemos advertir que se trata de la valoración del panel analítico y no de la valoración por un posible panel de consumidores, en especial si consideramos que el amargor es un atributo que puede no agradar a consumidores no habituales. Para este atributo todos los catadores del panel fueron capaces de distinguir los aceites de riego de los de seco, mucho más amargos estos últimos, mientras que el 77% de los catadores identificó como diferente el aceite producido por los olivos regados con las mayores dosis de agua con respecto al producido bajo regímenes de riego deficitario. Los atributos frutado y picante fueron igualmente afectados por el riego, siendo más patentes estos atributos en los aceites procedentes del cultivo en seco.

**Tabla 10.7. Valoración organoléptica del panel de cata, valoración sensorial del amargor, Polifenoles totales y estabilidad oxidativa medida en Rancimat en aceites producidos por olivos regados con diferentes dosis de agua.**

|          | Dosis de riego<br>(m <sup>3</sup> /ha) | Valoración<br>organoléptica (1) | Amargor (2) | Polifenoles<br>(ppm) | Estabilidad<br>(horas) (3) |
|----------|--|---------------------------------|-------------|----------------------|----------------------------|
| Año 1994 | Secano                                 | 7,9                             | 2,6         | 583                  | 59                         |
|          | 1.500                                  | 7,2                             | 1,6         | 418                  | 68                         |
|          | 2.000                                  | 6,7                             | 1,2         | 336                  | 61                         |
|          | 3.000                                  | 7                               | 1,1         | 282                  | 50                         |
| Año 1995 | Secano                                 | 7,8                             | 3,1         | 534                  | 46                         |
|          | 1.500                                  | 7,4                             | 1,7         | 274                  | 37                         |
|          | 2.000                                  | 7,3                             | 1,3         | 203                  | 28                         |
|          | 3.000                                  | 5,4                             | 0           | 94                   | 20                         |

(1) Escala comprendida entre 1 (peor calidad) y 9 (máxima calidad).

(2) 0: ausencia total; 1: casi imperceptible; 2: ligero; 3: medio; 4: grande.

(3) Medida en Rancimat a 100 ° C.

La **estabilidad oxidativa** medida en Rancimat es un parámetro que proporciona una buena estimación de la susceptibilidad del aceite a la degeneración autooxidativa, que en los aceites de oliva conduce fundamentalmente a su **enranciamiento**. La estabilidad del aceite decreció significativamente al aumentar la dosis de riego aplicada. Existe una relación bastante directa entre el contenido total en polifenoles y la estabilidad de los aceites (Tabla 10.7.), observándose una pauta de comportamiento diferente

para los aceites de riego y los de secano, lo que podría explicarse por diferencias no sólo cuantitativas, sino probablemente también por diferencias cualitativas en el contenido en polifenoles de los aceites.

El color del aceite se ha visto igualmente afectado por la cantidad de agua aplicada, siendo los aceites de riego más amarillos que los de secano, que se muestran mucho más verdosos. En la medida en que los olivos fueron sometidos a un mayor grado de estrés hídrico, sus aceites mostraron una tonalidad más verdosa.



**11. PROTECCIÓN DEL CULTIVO.  
TÉCNICAS DE MANEJO INTEGRADO**



## 11. PROTECCIÓN DEL CULTIVO. TÉCNICAS DE MANEJO INTEGRADO

En este capítulo no vamos a caer en la tentación de realizar una descripción detallada de las principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo del olivo, ni por supuesto vamos a dar una relación de los posibles métodos tradicionales de control, ni siquiera una lista de insecticidas y fungicidas recomendados. Tratados clásicos como el de *De Andrés Cantero (1991)*, así como las más recientes publicaciones de *Alvarado et al. (1997)* sobre las plagas y la de *Trapero y Blanco (1997)* en lo referente a las enfermedades, abordan el tema con suficiente rigor y a gran altura. A ellos remitimos al lector que quiera conocer en profundidad estos temas. Sin embargo, desde aquí sí queremos plantear la defensa fitosanitaria del cultivo desde un punto de vista muy diferente al tradicional, el de las técnicas de **Producción Integrada**, tratando con ello de obtener alimentos cada vez más saludables para el consumidor, teniendo en cuenta además la necesaria protección del medio ambiente por la vía de limitar racionalmente el uso de productos fitosanitarios de síntesis.

El sistema de **Producción Integrada** es un sistema agrícola de producción que utiliza los mecanismos naturales de regulación, teniendo en cuenta la protección del medio ambiente, la economía de las explotaciones y las exigencias sociales, de acuerdo con los requisitos que se establecen para cada producto en el correspondiente Reglamento de Producción (**Decreto 215/95** de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía).

Las Agrupaciones de Tratamiento Integrado en Agricultura (**ATRIAS**), creadas hace años al amparo de la legislación estatal, han permitido en los últimos años la aplicación práctica de una serie de técnicas ya suficientemente contrastadas que han servido de base para la elaboración de Reglamentos Específicos para determinados cultivos.

En el caso del cultivo del **olivar**, su Reglamento Específico (**Orden de 12 de agosto de 1997** que se publicó en BOJA de 28 de agosto de 1997) define las prácticas agrícolas, que bajo dirección técnica, deben aplicar en sus parcelas de cultivo los olivareros integrados en las **Asociaciones para la Producción Integrada (API)**. Las prácticas de protección integrada que aparecen en el citado Reglamento, por contrastadas y saludables, deberían ser voluntariamente observadas por todos los olivareros, pertenezcan o no a una API, ya que ello redundaría en importantes reducciones de los costes de producción, además de las ventajas ya reseñadas.

Por otro lado, las decisiones de actuación en toda explotación bien gestionada desde el punto de vista fitosanitario, deberían estar siempre apoyadas en datos objetivos tomados por un técnico en la propia explotación, empleando una metodología contrastada. Pensamos que el papel de los técnicos es indispensable en las tomas de decisión, no solo en la protección fitosanitaria clásica (plagas y enfermedades), sino también en lo referente a la programación de la fertilización y riegos, así como en la gestión del manejo del suelo y en el control de las malas hierbas, aspecto éste que en los últimos años va creciendo en importancia, ya que el empleo de herbicidas va teniendo cada vez un peso económico más importante en el cultivo del olivar.

### 11.1. Planteamiento de las estrategias de control de plagas y enfermedades en olivar

En la actualidad, en gran parte de las explotaciones olivareras se programan los tratamientos contra plagas y enfermedades a **calendario fijo**, sin ningún otro tipo de criterio que regule las decisiones adoptadas. Deberíamos plantearnos seriamente si es esta la forma más correcta de actuar. Podríamos plantearnos una serie de preguntas:

- ¿es necesario realizar un determinado tratamiento?
- ¿realizamos los tratamientos en el momento más adecuado?
- ¿empleamos los medios de control más adecuados para resolver un determinado problema?
- ¿la estrategia de lucha es la más correcta?

Desde hace ya bastantes años funcionan las ATRIAS en Andalucía. Estas asociaciones de agricultores, que cuentan con la asistencia de un Técnico bajo supervisión oficial, controlan con indudable éxito un ya importante número de hectáreas, haciendo posible una respuesta precisa día a día a cada uno de los problemas fitosanitarios planteados, lo que además de preservar el medio ambiente, puede ahorrar a los olivareros asociados importantes cantidades de dinero en tratamientos, lo que compensa con creces el coste de mantenimiento de la ATRIA.

En el **control integrado** de las plagas el primer paso a seguir es la **identificación del problema**, y después la **estimación del riesgo**. Es esta una imprescindible labor a realizar semanalmente a nivel de parcela por el técnico contratado, en base a adecuados sistemas de muestreo. Una vez determinados la posible incidencia de cada plaga o enfermedad y los niveles de población, de acuerdo con la **ESTRATEGIA DE CONTROL INTEGRADO** propuesta por el Reglamento Específico, se ordenará a los olivareros la aplicación de **Medidas Directas de Control**, solamente cuando se superen los **Umbrales de Intervención** establecidos.

Si fuese necesaria la **intervención química**, las materias activas a utilizar serán exclusivamente las seleccionadas en la **ESTRATEGIA DE CONTROL INTEGRADO** entre las autorizadas, para lo que se ha tenido en cuenta:

- la selectividad de la molécula para el cultivo,
- el riesgo de aparición de resistencias a la plaga o enfermedad,
- la mayor eficacia contra dicha plaga o enfermedad,
- los criterios de mínimo impacto ambiental,
- la mejor clasificación toxicológica,
- el menor problema de residuos en los alimentos o en el medio,
- el menor efecto sobre la fauna auxiliar,
- y la necesidad de respetar el plazo de seguridad.

Además se vigilará que las aplicaciones se realicen empleando una **maquinaria** adecuada a cada tipo de tratamiento, vigilando asimismo su buen funcionamiento y su correcta regulación y dosificación.

Todo ello nos llevará a que podamos hacer llegar a los futuros consumidores un producto con el que podamos garantizar un bajo nivel de residuos, que en el caso de **Producción Integrada** nunca debe superar en 50% del límite máximo legislado para cada materia.

### 11.2. Plagas del olivar

Las plagas más importantes del olivar en Andalucía son la **polilla del olivo (*Prays oleae*)**, la **mosca de la aceituna (*Bactrocera oleae*)**, la **cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae*)** y el **barrenillo del olivo (*Phloeotribus scarabeoides*)**. Como información complementaria para establecer un método de control racional de estas plagas en las explotaciones oliveras, mostramos las Tablas 11.1., 11.2., 11.3. y 11.4. en las que el lector encontrará los métodos de estimación del riesgo y las estrategias para el control de las citadas plagas, que han sido propuestas en el citado **Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar** (Orden de 12 agosto de 1997), cuya aplicación recomendamos.

El sistema de muestreo a utilizar es fundamental para poder determinar los niveles de población de las plagas existentes, de modo que por comparación con los **umbrales de intervención**, se puedan hacer, a nivel de parcela, las recomendaciones propuestas por el citado Reglamento. El sistema de muestreo aconsejable a nivel de cada parcela se resume a continuación:

- Establecimiento de una **estación de control (E.C.)** por cada zona homogénea de 500 hectáreas.
- **Unidad muestral primaria (U.M.P.):** el árbol.
- Número de U.M.P.: 20 olivos.
- Periodicidad de las observaciones: mínimo una vez a la semana durante el período de actividad del parásito.

La utilización de este dispositivo de muestreo es totalmente imprescindible para poder aplicar las recomendaciones establecidas para el control integrado de las plagas (Tablas 11.1., 11.2., 11.3. y 11.4.).

**Tabla 11.1.1. Estrategia de Control Integrado, estimación del riesgo y métodos de control de la polilla del olivo (Prays oleae) propuestos por el Reglamento Específico de Producción de Olivar (Orden 12 de Agosto del 1997).**

| Estimación del riesgo                       |                   |   | Criterios de Intervención                               |   |   | Métodos de control |                          |                       |          |
|---|-------------------|---|---|---|---|--------------------|--------------------------|-----------------------|----------|
| Plaga Enfermedad                            | Elemento          | Método visual   |   |   | Umbral  | Época              | Biológicos               |                       | Químicos |
|   |                   | Variable de densidad  | Escala de valoración                                    | Otros Métodos   |   |                    | Fauna auxiliar autóctona | Suelta fauna auxiliar |          |
| Unidad muestral Secundaria                  | Número por U.P.M. |   |   |   |   |                    |                          |                       |          |
| Polilla del olivo<br>Fiófaga<br>Prays oleae | Brote 10          | % de brotes atacados con formas vivas   | 0 = brote no atacado<br>1 = brote                       | 2 trampas tipo funnel cebadas con Tétradecenal por E.C.   |   |                    |                          |                       |          |
| <b>Antófaga</b>                             | Brote 10          | % inflorescencias con formas vivas. s/una muestra de 2 inflorescencias/brote. | 0=inflorescencia no atacada<br>1=inflorescencia atacada | >5 adultos/trampa y día<br>>5% inflorescencias atacadas con formas vivas<br>< 10 inflorescencias/brote fértiles | >20% de flores abiertas inicio de la 3ª edad larvaria | Cryosperla carnea  | Bacillus thuringiensis   | Dimetoato Triclorfon  |          |
| <b>Carpófaga</b>                            | 10                | % frutos atacados con formas vivas. s/na muestra de 2 frutos /brote           | 0=fruto no atacado<br>1= fruto atacado                  | 2 trampas tipo funnel cebadas con Tétradecena lpor E.C.   | 50% de huevos eclosionados                            |                    |                          | Dimetoato Triclorfon  |          |

**Tabla 11.2. Estrategia de Control Integrado, estimación del riesgo y métodos de control de la mosca de la aceituna (Bactrocera oleae) propuestos por el Reglamento Específico de Producción de Olivar (Orden 12 de Agosto del 1997).**

| Plaga<br>Enfermedad                       | Estimación del riesgo   |                            |   |  | Criterios de<br>Intervención  |   |                             | Métodos de control                |                            |  |
|---|---|----------------------------|---|--|---|---|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|--|
|   | Unidad muestral<br>Secundaria   | Variable<br>de<br>densidad | Escala<br>de<br>valoración                      | Otros<br>Métodos   | Umbral  | Biológicos                                  |                             | Químicos                          |                            |  |
|   |   |                            |   |  |   | Fauna<br>auxiliar<br>autóctona              | Suelta<br>fauna<br>auxiliar | Permitido<br>con<br>restricciones | Permitido<br>restricciones |  |
| Elemento<br>U.P.M.                        | Fruto   | % frutos<br>atacados       | 0=fruto no<br>atacado<br><br>1=fruto<br>atacado | 5<br><br>mosqueteros<br>Mac Phail<br>cargados con<br>fosfato<br>biamónico al<br>4% por E.C.  | En olivar de almazara:<br><b>1ª Aplicación</b><br>> 5 adultos/mosquero y<br>día. > 60% de hembras<br>fértiles<br><br><b>Siguiente aplicación:</b><br>a) con capturas en<br>mosquero > 1 adulto/<br>mosquero y día.<br>>60% de hembras<br>fértiles. >2-3% de frutos<br>con formas vivas.<br>b) sin capturas en<br>mosqueros >3<br>adultos/trampa y día<br>>2-3% de frutos con<br>formas vivas.<br><br><b>En olivar de mesa:</b><br>> 1 adulto/ mosquero y<br>día. >50% de hembras<br>fértiles y/o 1% de<br>aceituna picada con<br>formas vivas | Época                                       | Fauna<br>auxiliar           | Permitido                         | Otros                      |  |
| Mosca<br>del olivo<br>Bactrocera<br>oleae | Fruto<br>almazara<br>- 10 si % de<br>aceituna picada<br>> 10%<br><br>- 20 si % de<br>aceituna picada<br>< 10% | % frutos<br>atacados       | 0=fruto no<br>atacado<br><br>1=fruto<br>atacado | 5<br><br>mosqueteros<br>Mac Phail<br>cargados con<br>fosfato<br>biamónico al<br>4% por E.C.<br><br>5 trampas<br>cromotrópicas<br>cebadas con<br>Spiroacetato<br>80 mg por E.C. | En olivar de almazara:<br><b>1ª Aplicación</b><br>> 5 adultos/mosquero y<br>día. > 60% de hembras<br>fértiles<br><br><b>Siguiente aplicación:</b><br>a) con capturas en<br>mosquero > 1 adulto/<br>mosquero y día.<br>>60% de hembras<br>fértiles. >2-3% de frutos<br>con formas vivas.<br>b) sin capturas en<br>mosqueros >3<br>adultos/trampa y día<br>>2-3% de frutos con<br>formas vivas.<br><br><b>En olivar de mesa:</b><br>> 1 adulto/ mosquero y<br>día. >50% de hembras<br>fértiles y/o 1% de<br>aceituna picada con<br>formas vivas | A partir<br>de la<br>formación<br>del fruto | Fauna<br>auxiliar           | Permitido<br>con<br>restricciones | Otros                      |  |

**Tabla 11.3. Estrategia de Control Integrado, estimación del riesgo y métodos de control de la cochinilla de la tizne (Saissetia oleae) propuestos por el Reglamento Especifico de Producción de Olivar (Orden 12 de Agosto del 1997).**

| Plaga<br>Enfermedad                             | Estimación del riesgo         |   |                            |                  | Criterios de<br>Intervención  |   |                                |                             | Métodos de control                  |       |  |  |
|---|-------------------------------|---|----------------------------|------------------|---|---|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------|--|--|
|   | Método visual                 |   |                            |                  | Biológicos  |   |                                |                             | Químicos                            |       |  |  |
|   | Unidad muestral<br>Secundaria | Variable<br>de<br>densidad                                      | Escala<br>de<br>valoración | Otros<br>Métodos | Umbral  | Época   | Fauna<br>auxiliar<br>autóctona | Suelta<br>fauna<br>auxiliar | Permitido<br>con<br>restricciones   | Otros |  |  |
| Cochinilla<br>de la Tizne<br>Saissetia<br>oleae | Brotos                        | nº de<br>adultos<br>vivos no<br>parasitados<br>en la<br>muestra |                            |                  |   |   | Scutellista<br>Cyanea          | Carbaril<br>Fosmet          | Reducción<br>abonado<br>nitrogenado |       |  |  |
|   |                               |   |                            |                  | <b>En zonas con<br/>riesgo de<br/>negrilla:</b><br>>1 adulto<br>vivo no<br>parasitado<br>por E.C. | <b>Olivar de<br/>almazara:</b><br>A partir del<br>100% de<br>huevos<br>eclosionados<br>hasta la<br>aparición de<br>L3 |                                |                             |                                     |       |  |  |
|   |                               |   |                            |                  | <b>En otras<br/>zonas:</b><br>> 10 adultos<br>vivos no<br>parasitados<br>por E.C.                 | <b>Olivar de<br/>mesa:</b><br>A partir del<br>90% de<br>huevos<br>eclosionados  |                                |                             |                                     |       |  |  |



**Tabla 1.1.4. Estrategia de Control Integrado, estimación del riesgo y métodos de control del barrenillo (Phloeotribus scarabaeoides) propuestos por el Reglamento Especifico de Producción de Olivar (Orden 12 de Agosto del 1997).**

| Plaga<br>Enfermedad                                      | Estimación del riesgo         |                            |                             |   | Criterios de<br>Intervención              |  |                                | Métodos de control          |                                   |  |       |
|--|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|---|---|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|-------|
|  | Método visual                 |                            |                             |   | Biológicos                                |  |                                | Químicos                    |                                   |  |       |
|  | Unidad muestral<br>Secundaria | Variable<br>de<br>densidad | Escala<br>de<br>valoración  | Otros<br>Métodos                            | Umbral                                    | Época  | Fauna<br>auxiliar<br>autóctona | Suelta<br>fauna<br>auxiliar | Permitido<br>con<br>restricciones | Permitido<br>con<br>restricciones  | Otros |
| Barrenillo<br>del olivo<br>Phloeotribus<br>scarabaeoides | Brotos                        | 10                         | Brotos con<br>adultos vivos | 0=brote no<br>atacado<br>1=brote<br>atacado | >10% de<br>brotos con<br>adultos<br>vivos | A la salida<br>de adultos<br>en zonas<br>afectadas |                                |                             | Formotión<br>Dimetoato            | Colocación<br>de troncos<br>cebos;<br>Retirar<br>la leña antes<br>de que salgan<br>los adultos<br>de las leñeras,<br>y almacenerías<br>adecuadamente.<br>(Orden de la<br>CAP de 2-22-81) |       |

### 11.3. Enfermedades del olivar

En las condiciones de Andalucía la enfermedad más importante es el **repilo** (*Spilocaea oleagina*), y aunque no son muchas las zonas o años en los que esta enfermedad es un problema, en determinadas zonas endémicas y en años lluviosos su adecuado control sí que puede llegar a ser problemático, y cuya resolución puede ser muy difícil si no se aplican las estrategias adecuadas.

En la Tabla 11.5., el lector encontrará los métodos de estimación del riesgo y las estrategias recomendadas para el control de **repilo**, propuestas por el **Reglamento Específico de Producción Integrada de Olivar** (Orden de 12 agosto de 1997).

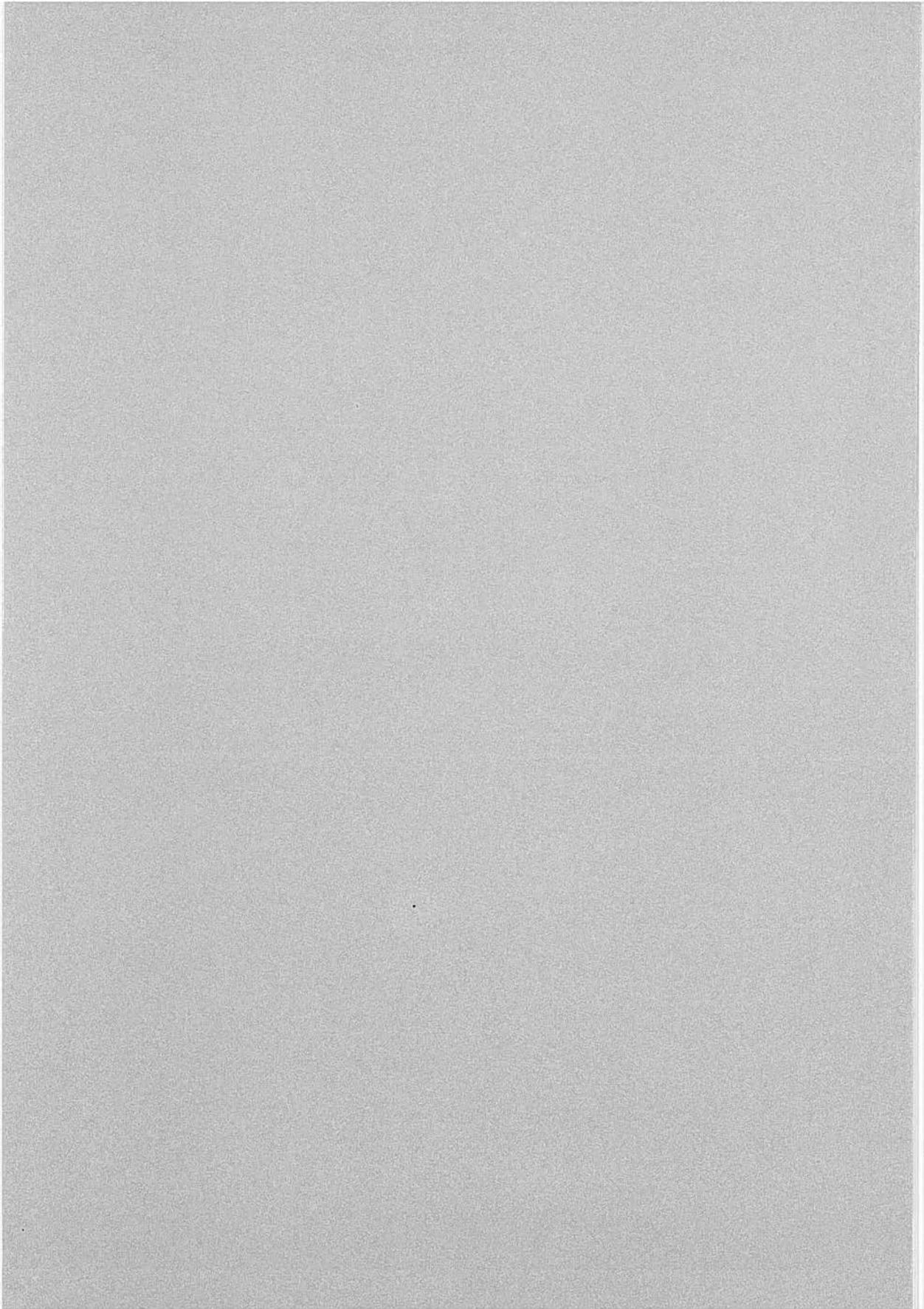
Otros problemas importantes causados por hongos son la **verticilosis** (*Verticillium dahliae*), que en el estado actual de conocimientos solo parece poder resolverse por la vía del empleo de variedades tolerantes (ver Apartado 2), y el **vivillo** o **aceituna jabonosa** (*Colletotrichum gloeosporioides*), que causa problemas graves en los años húmedos en muchas de las variedades, tanto al propio árbol como a las aceitunas, y que puede combatirse realizando tratamientos preventivos con caldos cúpricos. Existen igualmente variedades bastante tolerantes a esta enfermedad (ver Apartado 2).

**Tabla 11.5. Estrategia de Control Integrado, estimación del riesgo y métodos de control del repilo del olivo (*Spilocaea oleagina*) propuestos por el Reglamento Especifico de Producción de Olivar (Orden 12 de Agosto del 1997).**

| Estimación del riesgo               |          | Criterios de Intervención  |   |  |               | Métodos de control |  |                          |                       |   |   |
|-------------------------------------|----------|----------------------------|---|--|---------------|--------------------|--|--------------------------|-----------------------|---|---|
|                                     |          | Método visual              |   | Biológicos                               |               | Químicos           |  |                          |                       |   |   |
| Plaga Enfermedad                    | Elemento | Unidad muestral Secundaria | Variable de densidad                                    | Escala de valoración                     | Otros Métodos | Umbral             | Época  | Fauna auxiliar autóctona | Suelta fauna auxiliar | Permitido con restricciones   | Otros   |
| Repilo<br><i>Spilocaea oleagina</i> | Brotos   | 20                         | % de hojas con manchas de 'repilo' visible y/o latente. | 0=hojas sin repilo<br>1=hojas con repilo |               |                    | Final de verano, antes de las primeras lluvias |                          |                       | Oxicloruro de cobre<br>Oxicloruro de cobre+olpet.<br>Oxicloruro de cobre + zineb +maneb<br>Oxicloruro de cobre + sulfato<br>Cuprocálcico+zineb + maneb<br>Oxicloruro de cobre +zineb<br>Oxido cuproso.<br>Sulfato cuprocálcico (caldo bordeles)<br>Sulfato cuprocálcico +zineb. | Reducción abonado nitrogenado<br>Poda que favorezca aireación |



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO, M., CIVANTOS, M., DURAN, J.M., 1997.** Plagas. En: D. Barranco, R.Fernández-Escobar y L. Rallo, Eds. El Cultivo del Olivo. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 407-467.
- ANGELI, L., SILLARI, B., CANTINI, C., 1995.** Cespuglio e monocono a confronto. L'Informatore Agrario. 43: 59-63.
- BALDINI, E., 1992.** Arboricultura general. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 380 pp.
- BARATTA, B., CARUSO, T., MOTISI, A., 1986.** Risultati di tre anni osservazioni sulla biologia fiorale della 'Nocellara del Bélice'. Rivista Ortoflorofrutticoltura Italiana, 70: 171-179.
- BARRANCO, D., 1997. Variedades y Patrones.** En: El cultivo del olivo. D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo eds. Ed. Mundi-prensa. P:59-79.
- BARRANCO, D., MILONA, G., RALLO, L., 1994.** Épocas de floración de cultivares de olivo en Córdoba. Investigaciones Agraria, Prod. y Protec. Veg. 9(2):213-220.
- BEEDE, R. H., GOLDHAMER, D. A., 1994.** Olive Irrigation Management. Páginas 61 a 68 en: Ferguson, L., Sibbet, G.S., Martín, G.C., eds. Olive Production Manual. Ed. Universidad de California. Publicación 3353.
- BENAVIDES, J.M., CIVANTOS, M., 1982.** Influencia de los herbicidas en los costes de recolección de aceitunas. Agricultura, 604: 874-876.
- BLEVINS, R.L., 1.986.** Idoneidad del suelo para el laboreo nulo. En: Phillips y Phillips, eds. Agricultura sin laboreo. Ed. Bellaterra S.A. Barcelona. 44-68.
- CABÚS, V., PASTOR, J., PASTOR, M., 1992.** Ensayo de variedades de olivo en la comarca del Bajo Ebro-Montsiá. **Agricultura, 724:** 956-959.
- CADAHÍA CICUENDEZ, P., 1972.** Plantación y poda del Olivo. Sindicato Nacional del Olivo. Enero 1972. Madrid.
- CADAHÍA, C., EIMAR, E., LUCENAM J.J., 1997.** Materiales fertilizantes utilizados en fertirrigación. En: Fertirrigación en Cultivos Hortícolas y Ornamentales. C. Cadahía editor. Ed. Mundi Prensa. pp: 84-122
- 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.
- CORDEIRO, M., 1997.** Clorosis férrica en olivo: selección de cultivares tolerantes. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- CUEVAS, J., 1992.** Incompatibilidad polen-pistilo, procesos gaméticos y fructificación en cultivares de olivo (*Olea europea*,L.). Tesis Doctoral. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba. 265 pp.
- CHAUX, C., 1959.** Conclusions d'un étude sur l'autopollinisation des variétés d'olivier algériennes. Informations Oléicoles Internationales. Nouvelle Série 5: 61-67.
- DE ANDRES CANTERO, F., 1991.** Enfermedades y Plagas del Olivo. Riquelme y Vargas Ediciones, S.L., Jaén.
- DOORENBOS, J., PRUITT, W.O., 1977.** Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio F.A.O.: Riego y Drenaje nº 24. Roma.

- FERERES, E., LORITE, I. MATEOS, L., ORGAZ, F., RUZ, C., VILLALOBOS, F., 1998.** La evapotranspiración de los cultivos en el Valle del Guadalquivir. Instituto de Agricultura Sostenible. Córdoba.
- FERNÁNDEZ BOLAÑOS, P., FRÍAS, L., 1969.** Autofertilidad y autoesterilidad del olivo. *Agricultura*, 443: 150-151.
- FERNÁNDEZ ESCOBAR, R., 1988.** Planificación y diseño de plantaciones frutales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- FERNÁNDEZ ESCOBAR, R., GÓMEZ VALLEDOR, G., 1985.** Cross-pollination in 'Gordal Sevillana' olives. *Hortscience*, 20(2): 191-192.
- FERNÁNDEZ ESCOBAR, R., GÓMEZ, G., RALLO, L., 1981.** Germinación in vitro del polen de cultivares de olivo. *Anales Aula Dei*, 15 (3-4): 261-272.
- FERNÁNDEZ ESCOBAR, R., RALLO, L., 1981.** Influencia de la polinización cruzada en el cuajado de frutos de olivo (*Olea europaea*, L.). *ITEA*, 45: 51-58.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R., 1997.** Fertilización. En: El cultivo del olivo. D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo, eds. Ed. Mundi Prensa. pp:239-257.
- FERREIRA LLAMAS, J., 1981.** Amelioration de l'oliveraie traditionnelle: replantations et augmentation de densite. En F.A.O.: Seminaire International sur la Culture Intensive de l'Olivier. Marrakech. F.A.O., 106-111.
- FERREIRA, J., 1979.** Poda. En: Ministerio de Agricultura. Explotaciones Olivareras Colaboradoras Nº 5. Madrid.
- FERREIRA, J., GARCÍA-Ortíz, A., FRIAS, L., Fernández, A., 1986.** Los Nutrientes N, P, K en la fertilización del olivar. *OLEA*, 17:141-152
- FONTANAZZA, G., 1984.** Allevamento e potatura dell'olivo. Ed. Universale Edagricole. N. 143. Bologna.
- FONTANAZZA, G., BALDONI, L., CORONA, C., 1992.** Osservazioni sull'impiego di portinnesti clonali negli olivi 'Ascolana tenera' e 'Giarraffa'. *Frutticoltura*, 11: 65-69.
- FREEMAN, M., URIU, K., HARTMANN, H.T., 1994.** Diagnosing and correcting Nutrient Problems. En: Olive Production Manual, L. Ferguson, G.S. Sibbett y G.C. Martin, eds.. Publication 3353. Ed. University of California.
- GARCÍA, A., FERREIRA, J., FRÍAS, L., Fernández, A., 1975.** Fertilidad de las variedades de olivo Españolas. II Seminario Oleícola Internacional. Córdoba.
- GRIGGS, W.H., HARTMANN, H.T., BRADLEY, M., IWAKIRI, B.J., 1975.** Olive pollination in California. *Calif. Agric. Expe. Stan. Bull.* 869, 50p.
- HARTMANN, H.T., OPITZ, K., HOFFMANN, R.M., 1960.** La taille des Oliviers en Californie. *Informations Oleicoles Internationales.* 11:33-67.
- HARTMANN, H.T., OPITZ, K.W., BENTEL, J.A., 1986.** La producción oleícola en California. *Olivae*, núm. 11: 24 pp.
- HARTMANN, H.T., SCHNATHORST, W.C., WHISLER, J.E., 1971.** 'Oblonga'. A clonal olive rootstock resistant to verticillium wilt. *California Agriculture*, 6: 12-15.
- 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 1.995 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.



- LAVEE, S., DATT, Z., 1978.** The necessity of cross-pollination for fruit set of 'Manzanillo' olives. *J. Hort. Sci.* 53(4): 261-266.
- LAVEE, S., HASKAL, A., VODNER, M., 1986.** 'Barnea', a new olive cultivar from first breeding generation. *Olea*, 17: 95-99.
- LÓPEZ-CUERVO, S., 1990.** La erosión en los suelos agrícolas y forestales de Andalucía. Colección Congresos y Jornadas Nº 17/1990. 11-16. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- LOUSERT, R., BROUSSE, G., 1980.** El olivo. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- M.A.P.A., 1988.** El olivar español: Planes de Reestructuración y Reconversión. Secretaría General Técnica. Madrid.
- MARISCAL, M.J., 1988.** Interceptación de radiación solar y acumulación de biomasa por cubiertas de olivo. Tesis doctoral. Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba.
- MARTÍN GALLEGO, J.A., 1975.** Olivar intensivo. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.
- MARTÍNEZ RUIZ, P., 1996.** Estudio de la degradación microbiana de la simazina en olivar. Trabajo Profesional Fin de Carrera. E.T.S.Ingenieros Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba.
- MORALES, J., PASTOR, M., 1991.** Mejora de la infiltración y captación de escorrentía en olivar en no-laboreo. III Simposio sobre el Agua en Andalucía. Córdoba. Vol. II, 171-182.
- MORETTINI, A., 1967.** Reestructuración económica de la oleicultura tradicional. Actas del Seminario Oleícola Internacional de Perusa-Spoleto. 279-306.
- MORETTINI, A., 1972.** Olivicultura. Ed. R.E.D.A. Roma. 595p.
- ORGAZ, F., FERERES, E., 1997.** Riego. Páginas 261-280 en: Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L., eds. *El Cultivo del olivo*. Junta de Andalucía. Ed.Mundi-Prensa. Madrid.
- ORTEGA NIETO, J.M., 1962.** Estudios y experiencias de la poda del olivo. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Agricultura. Madrid.
- ORTEGA NIETO, J.M., 1963.** Valor fertilizante del nitrógeno mineral y orgánico en el olivo. Dirección General de Agricultura. Madrid.
- ORTEGA NIETO, J.M., 1969.** La poda del olivo. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Agricultura. Madrid.
- PANSIOT, F.P., REBOUR, H., 1961.** Mejoramiento del cultivo del olivo. F.A.O. Estudios Agropecuarios, Nº 50.
- PARLATTI, M.V., IANNOTTA, N., PANDOLFI, S., 1995.** Studio dell'influenza della forma di allevamento sul comportamento vegetativo e produttivo dell'olivo. Actas del Convegno L'Olivicoltura Mediterranea. Rende (Italia). 343-353.
- PASTOR, M., 1983.** Plantation density. Proc. International Course F.A.O. on fertilization and intensification of olive cultivation. Córdoba. 160-176.
- 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 Prot. Vegetales*, 4 (2): 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., 1991.** Estudio de diversos métodos de manejo del suelo alternativos al laboreo en el cultivo del olivo. Ed. Diputación Provincial de Jaén, Instituto de Estudios Giennenses. 290 pp.
- PASTOR, M., AGUILAR, J., FERNÁNDEZ, E., NIETO, J., 1997a.** Criterios para la fertilización del olivar en la comarca de La Loma. Monografía de la Caja Rural de Jaén.
- PASTOR, M., AGUILAR, J., FERNÁNDEZ, E., NIETO, J., 1997b.** Criterios para la fertilización del olivar en la zona este de la comarca de Sierra Morena. Monografía de la Caja Rural de Jaén.
- PASTOR, M., CASTRO, J., 1995.** Los sistemas de manejo del suelo y la erosión. *OLIVAE*, 59: 64-74.
- PASTOR, M., GUERRERO, A., 1990.** Influence of non-tillage on olive grove production. *Acta Horticulturae*, 286: 283-286.
- PASTOR, M., HUMANES, J., 1990.** Plantation density experiments of non-irrigated olive groves in Andalusia. *Acta Horticulturae*, 286: 287-290.
- PASTOR, M., JIMÉNEZ, P., 1992.** Arbequina: variedad de olivo de gran interés en Andalucía. *Agricultura*, 719: 497-501.
- 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.; HUMANES, J. 1996.** Poda del olivo. *Moderna Olivicultura* (2ª Ed.). Ed. Agrícola Española, S.A. Madrid.
- PROIETTI, P., FAMIANI, F., TOMBESI, A., 1991.** The influence of some agronomic parameters on the efficiency of innovative vibration system used for mechanical harvesting. 8ª Consulta de la Red Europea de Investigación en Olivicultura, FAO: Bornova, Izmir, Turquía. 10-13 Sept. 1991.
- PSYLLAKIS, N., MATHIOUDI, M., METZIDAKIS, I., MIKROS, L., TSOMPANAKIS, I., 1981.** Influence de la densité de plantation sur la variete d'olive a huile 'koro-neiki'. En F.A.O.: *Seminaire International sur la culture intensive de l'olivier*. Marrakech. 95-101.
- RALLO, L., 1997.** Sistemas frutícolas de secano: el olivar. Paginas 471 a 487. En: R.M. Jiménez Díaz y J. Lamo de Espinosa, eds. *Agricultura Sostenible*. Ed. Mundi Prensa.
- RALLO, L., CIDRAES, F., 1975.** Mejora vegetal del olivo. II Seminario Oleícola Internacional. Córdoba 1975. 26-43.
- RALLO, L., Fernández ESCOBAR, R., Suárez, M.P., 1983.** Competencia entre frutos en olivo. Influencia del cultivar, del aclareo y de la polinización. *Olea*, núm. 12, pp. 24.
- RIERA, F.J., 1950.** Polinización y fecundación en olivicultura. *Astas del Congreso Int. de Olivicultura*. Ed. Sind. Ncnal. del Olivo. Sevilla, vol. I: 440-473.
- ROVENTINI, A., 1936.** La ricostituzione olivicola attraverso la potatura. *L'Italia Agrícola*, 1936 (7).
- SAAVEDRA, M., PASTOR, M., 1996.** Weed populations in olive groves under non-tillage and conditions of rapid degradation of simazine. *Weed Research*, 36: 1-14.

**SALAS, J., PASTOR, M., CASTRO, J., VEGA, V., 1997.** Influencia de riego sobre la composición y características organolépticas del aceite de oliva. *Grasas y Aceites*, vol. 48. Fasc. 2: 74-82.

**SÁNCHEZ ANDREU, J.J., 1997.** Fertilización foliar con Ácidos Húmicos: incidencia en la nutrición vegetal. Proc. I Congreso Ibérico de fertirrigación. pp: 297.

**SCARAMUZZI, F., 1967.** Nuevos métodos de cultivo intensivo. Plantación, conducción y resultados económicos. Actas del Seminario Oleícola Internacional de Perugia-Spoleto. 318-341.

**SIBBET, G.S., OSGOOD, J., 1994.** Site selection and preparation tree spacing and design, planting and initial training. Páginas 31 a 37. En: L. Ferguson, G.S. Sibbett y G.C. Martín, eds. *Olive Production Manual*. Universidad de California. Publicación 3353.

**SIBBETT, G.S., POLITO, V.S., FREEMAN, M., FERGUSON, L., 1990.** Effects of supplementally applied Sevillano pollen on percentage of seed and parthenocarpic Manzanillo olive fruits. XXIII Int. Hort. Congress. Florencia.

**STEWART, B.A., STEINER, J.L., 1990.** Water-use efficiency. En: R.P. Shing, J.F. Parr y B.A. Stewart, eds., *Dryland Agriculture. Strategies for Sustainability*. Springer-Verlag. Nueva York. pags. 151-173.

**Suárez, M.P., Fernández ESCOBAR, R., RALLO, L., 1984.** Competition among fruit in olive. II. Influence of inflorescence or fruit thinning and cross-pollination on fruit set components and crop efficiency. *Acta Horticulturae*, 149: 131-143.

**TOMBESI, A., 1988.** Intercettazione luminosa ed efficienza produttiva dell'olivo. *Frutticoltura*, 3, 21-25.

**TOUS, J., 1990.** El Olivo: situación y perspectivas en Tarragona. Diputació de Tarragona. pg. 111-112.

**TOUS, J., ROMERO, A. 1993.** Variedades del olivo. Con especial referencia a Cataluña. Ed. Fundación 'La Caixa'. Barcelona.

**TOUS, J., ROMERO, A., PLANA, J., BAIGES, F., 1997.** Planting density trial of 'Arbequina' olive cultivar in Catalonia (Spain). Proc. 3<sup>o</sup> International Symposium on Olive Growing. Chania- Crete- Greece. *OLEA*, 24: 108.

**TOUS, J., ROMERO, A., 1992.** Cultivo del olivo en Cataluña. *Boletín Agropecuario Fundación 'La Caixa'*, 26: 4-12.

**TRAPERO, A., BLANCO, M.A., 1997.** Enfermedades. En: D. Barranco, R. Fernández-Escobar y L. Rallo, Eds. *El Cultivo del Olivo*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 469-515.

**VAN HUYSSTEEN, L., VAN ZYL, J.L., 1.984.** Mulching in vineyard. *Viticulture and Oenologie*, E.12.

**VAN HUYSSTEEN, L., VAN ZYL, J.L., KOEN, A.P., 1.984.** L'influence des techniques d'entretien de cultures de couverture sur les conditions du sol et sur le controle des mauvaises herbes dans un vignoble de Colombar a Dudkshoorn. *Bulletin de l'O.I.V.*, 645: 849-870.





AGRICULTURA



GANADERÍA



PESCA Y ACUICULTURA



POLÍTICA, ECONOMÍA Y SOCIOLOGÍA AGRARIAS



FORMACIÓN AGRARIA



CONGRESOS Y JORNADAS



R.A.E.A.



ISBN 84-89802-33-5



9 788489 802339

P.V.P.: 1.500 ptas.  
9,01 €



JUNTA DE ANDALUCÍA

*Consejería de Agricultura y Pesca*