

56/98

INFORMACIONES TÉCNICAS

MANTENIMIENTO DEL SUELO EN REPOBLACIONES FORESTALES



COMUNIDAD EUROPEA



Consejería de Agricultura y Pesca

**MANTENIMIENTO DEL SUELO
EN REPOBLACIONES FORESTALES**

© Edita: JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura y Pesca
Dirección General de Información y Gestión de Ayudas

Publica: Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Servicio de Publicaciones y Divulgación

Colección: Informaciones Técnicas 56/98

Autores: Rafael M^a Navarro Cerrillo, Milagros Saavedra, Armando Martínez Vilela

Fotografía e Ilustraciones: Autores

Depósito Legal: SE-452-99

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

MANTENIMIENTO DEL SUELO EN REPOBLACIONES FORESTALES

Rafael M^a Navarro Cerillo*
Milagros Saavedra**
Armando Martínez Vilela***

- * Universidad de Córdoba. E.T.S.I.A.M. Dpto. de Ingeniería Rural.
- ** Consejería de Agricultura y Pesca. C.I.F.A. - Alameda del Obispo - Córdoba.
- *** Asociación Española Laboreo de Conservación / Suelos vivos.

INDICE

1. ANTECEDENTES	9
2. CONSERVACIÓN DEL SUELO - CONSERVACIÓN DEL AGUA	12
3. INFLUENCIA DEL LABOREO EN LA EROSIÓN	15
3.1. Degradación de la estructura del suelo	15
3.2. Eliminación de la cobertura del suelo	16
4. CONSECUENCIAS DE LA EROSIÓN	16
4.1. Efectos de la erosión en la propia parcela	16
4.2. Efectos fuera de la parcela	17
5. FUNDAMENTOS DE LA PREPARACIÓN DEL TERRENO EN PREPLANTACIÓN	17
6. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DEL SUELO EN TIERRAS AGRARIAS FORESTADAS	19
6.1. Fines que se persiguen	19
6.2. Laboreo, herbicidas y coberturas vegetales	20
7. MANTENIMIENTO DEL SUELO EN DISTINTOS TIPOS DE EXPLOTACIÓN FORESTAL	31
8. BIBLIOGRAFÍA	41

El sector rural ha experimentado en los últimos años diversos cambios importantes en el ámbito social y productivo como consecuencia de una serie de circunstancias patentes, a saber:

1. Una profunda reestructuración agraria, inducida a través de la Política Agraria Comunitaria.
2. El incremento de la desigualdad entre las comarcas, que requiere de una intensificación y diversificación de la actividad económica y el empleo en las más desfavorecidas.
3. Los excedentes agrícolas, consecuencia de la mejora tecnológica de los cultivos que permite incrementar la cantidad y calidad de la producción, si bien concentra ésta en los terrenos de mayor calidad.
4. El aumento de la importancia de la actividad forestal, alternativa real para crear riqueza y mejorar el medio ambiente en las áreas rurales con menor capacidad productiva.

Todo lo anterior está dando lugar a una nueva situación en la que los agricultores sin perder su vocación agraria, están siendo empujados a abordar importantes cambios en la distribución de su actividad productiva y de rentas. En definitiva, está disminuyendo la importancia relativa de la agricultura como actividad principal y diversificándose el número de alternativas dentro de la explotación agraria.

La forestación de tierras agrarias puede contribuir a la integración de la agricultura y la silvicultura, y se ofrece como una alternativa que permite la diversificación de actividades en el mundo rural. Es realmente uno de los aspectos más significativos del debate actual sobre agricultura y medio ambiente.

La mayor parte de las repoblaciones que se están actualmente llevando a cabo al amparo del Reglamento 2080/92 de la Unión Europea, se realizan al amparo de las subvenciones contempladas en los decretos y reglamentos que lo desarrollan. Sin embargo, debe recordarse que a medio y largo plazo se pretende para el agricultor y la sociedad la consecución de otros beneficios derivados de las actividades productivas: obtención de frutos, producción de madera, y aprovechamiento cinegéticos, entre otros.

La forestación propicia por tanto un cambio profundo en la actividad agraria que pasa a ser agro-forestal. Este cambio no es homogéneo, como no lo son

tampoco las explotaciones que se transforman y que pueden clasificarse en tres grupos, atendiendo principalmente al tipo de cultivo que se abandona y a las características generales más frecuentes que presentan. En la Tabla I se reseñan de forma resumida los tipos de explotación susceptibles para forestar, sus características y limitaciones así como el tipo de forestación más adecuado y áreas representativas de Andalucía en las que frecuentemente se ubican.

Las actuaciones que se llevarán a cabo en cada explotación, incluidas las prácticas de mantenimiento de suelo y manejo de la vegetación, van a estar condicionadas por las características de cada tipo de explotación, y a ellas nos referiremos en adelante.

La erosión de los suelos constituye uno de los principales problemas medioambientales a nivel mundial, amenazando gravemente a la sostenibilidad de los sistemas agrarios y forestales. España, por sus características climatológicas, topográficas y edafológicas, es uno de los países más afectados por este proceso, acelerado considerablemente en las últimas décadas por determinadas actividades del hombre. En Andalucía, estimaciones del ICONA señalan que un 42,2 % de su superficie está sometida a niveles de erosión de moderados a muy altos.

En la forestación de tierras agrícolas, dado el tipo de terrenos en que se suele hacer, con elevadas pendientes y suelos bastante degradados, constituye un grave riesgo para el éxito de la misma.

La erosión del suelo es un proceso consistente en el arranque y disgregación de las partículas del suelo y su traslado por determinados agentes a otras zonas, donde son depositadas. La erosión es, por tanto, una combinación de tres procesos (Figura 1): arranque, disgregación de las partículas de la superficie de nuestro suelo, transporte de estas partículas liberadas y, por último, depósito de las mismas.

Existen diversos agentes que van a provocar este arranque de partículas y su arrastre posterior. Así se distingue entre erosión eólica, que es la provocada por el viento, y la erosión hídrica, que se debe al efecto combinado del impacto de las gotas de lluvia y el agua de escorrentía. Por último el hombre, a través de sus movimientos de tierras y laboreo del terreno, actúa también como agente de erosión. La erosión hídrica es, con diferencia, la más importante en nuestro país. En este tipo de erosión, el arranque de las partículas es provocado por el efecto combinado del impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo desnudo y la fuerza de corte del agua de escorrentía que se desplaza sobre el terreno ladera abajo. En cuanto al transporte de las partículas, los agentes son los mismos: el impacto de las gotas de lluvia provoca que las partículas del suelo sean lanzadas a varios centímetros de distancias. Asimismo el agua que corre sobre el terreno es capaz de transportar partículas, bien en suspensión o por arrastre de fondo.

Tabla 1. Tipificación de las explotaciones agrarias susceptibles de trabajos de forestación.

Tipología	Características de la explotación	Limitaciones para la forestación	Tipo de forestación	Áreas más representativas
Explotación tipo adeshado	<p>Pendientes suaves. Posible presencia de arbolado disperso. Cubierta vegetal estable con aprovechamiento deseable. Terrenos de calidad media.</p>	<p>No presenta limitaciones significativas. Posible colonización de matorral.</p>	<p>Enriquecimiento. Densificación. Forestación de baja densidad. Sistemas silvopastorales.</p>	<p>Sierra Morena.</p>
Explotación tipo cerealista de baja productividad.	<p>Pendientes suaves. Problemas edafológicos derivados del cultivo. Alta sensibilidad a la invasión de malezas. Terrenos de buena calidad.</p>	<p>Competencia por malas hierbas. Limitaciones de tipo edafológico.</p>	<p>Mosaicos de cultivo y plantaciones forestales. Plantaciones lineales.</p>	<p>Jaén-Granada. Sevilla-Cádiz.</p>
Explotación tipo cultivos abandonados o eriales.	<p>Pendientes medias a fuertes. Presencia de matorrales competitivos de bajo interés ecológico. Tierras de baja calidad, normalmente pedregosas.</p>	<p>Pendiente. Competencia por matorral y malas hierbas. Pedregosidad.</p>	<p>Mosaico de cultivos, pastales y plantaciones forestales. Bosques por continuidad con áreas forestales próximas.</p>	<p>Sierra Morena. Cádiz. Almería-Granada.</p>

Para reducir la erosión de nuestro suelo tendremos pues que disminuir la agresividad de estos dos agentes, evitando el impacto de las gotas de lluvia sobre el terreno desnudo o disminuyendo la energía de las gotas al impactar, y reduciendo la escorrentía, ya sea en caudal o en velocidad.

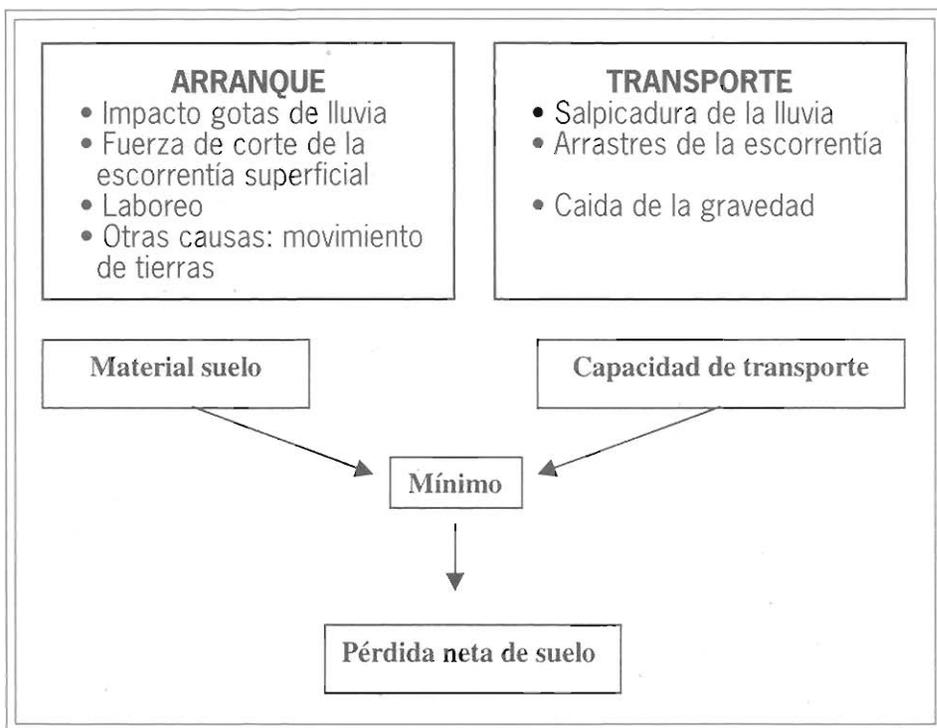


Figura 1. Esquema de la erosión. (Giráldez et al. 1990).

II. CONSERVACIÓN DEL SUELO- CONSERVACIÓN DEL AGUA

La pérdida de suelo y la pérdida de agua aprovechable por nuestra plantación están estrechamente relacionados. El suelo, con su espacio poroso, actúa como un auténtico depósito del que las plantas extraerán el agua que necesitan. Esta función del suelo como depósito regulador es muy importante en climas, como el existente en la mayor parte de España, en el que las precipitaciones no coinciden con la época en que las plantas tienen sus mayores necesidades de agua.

El suelo se recarga a partir del agua de lluvia, sin embargo, no toda el agua que llega a la superficie del suelo pasa al "depósito" sino que se pierde como agua de escorrentía. El agua que llega al interior del suelo sale de él funda-

mentalmente mediante drenaje profundo, evaporación directa desde el suelo desnudo y por absorción a través de las raíces de las plantas. En este último punto tendremos que distinguir entre el agua utilizada por las plantas que interesan, y las que no, las malas hierbas.

Nuestro objetivo es maximizar el agua utilizada por nuestra plantación, para ello tendremos que aumentar lo máximo posible el agua que entra en el suelo o lo que es lo mismo disminuir el agua de escorrentía y reducir las pérdidas que no interesan, fundamentalmente la evaporación y la transpiración a través de las malas hierbas. Este último factor también tiene importancia en las forestaciones, al realizarse en muchas ocasiones en terrenos que han sido explotados agrícolamente durante mucho tiempo, presentado poblaciones muy agresivas de malas hierbas.

La reducción de la escorrentía, esto es, el aumento de la capacidad de infiltrar agua de lluvia por nuestros suelos, permite reducir la erosión hídrica y, al mismo tiempo, aumentar el contenido de agua en nuestros suelos. Por ello, quien conserva suelo, conserva agua.

Como hemos visto antes, la erosión hídrica es provocada fundamentalmente por el impacto de las gotas de lluvia y por el agua de escorrentía que discurre sobre el suelo. Cualquier factor que condicione la severidad de actuación de estos agentes deberá considerarse. Para conocer los riesgos de erosión en nuestra finca tendremos que tener en cuenta la climatología, las propiedades del suelo, la topografía y las prácticas de manejo de suelo, especialmente las que afecten a la cobertura del suelo.

1) Climatología.- La erosión va a depender de las precipitaciones de la zona, tanto en su cantidad, intensidad, duración y distribución estacional. Será necesario considerar:

La intensidad: cuanto más intensa sea una lluvia, con más fuerza impactarán las gotas de lluvia contra el suelo y mayor escorrentía se producirá.

La duración y la continuidad: es importante considerar que a lo largo de un episodio de lluvia conforme el suelo se va llenando de agua, su capacidad para infiltrar va disminuyendo hasta estabilizarse en un determinado valor.

Distribución estacional: también afectará la distribución del agua a lo largo del año, si la mayor parte de las precipitaciones se dan en invierno, cuando el suelo está cubierto por vegetación o en verano.

Como se ha comentado anteriormente, la climatología mediterránea, con abundantes precipitaciones al final del verano, cuando el suelo está menos cubierto, incrementa el riesgo de erosión. Sobre este factor no podemos influir.

2) Características del suelo.- Cada tipo de suelo va a presentar una resistencia diferente a ser erosionado, al ofrecer diferente resistencia a ser disgregado por las gotas de lluvia y fuerza de corte de la escorrentía, a ser arrastrado y también al presentar diferente capacidad para infiltrar agua. Todo esto va a depender de diferentes propiedades del suelo, entre ellos la textura y el contenido de materia orgánica. Así los suelos de textura media, como los franco-limosos o los franco-arenosos, con alto porcentaje de limo y de arenas finas, van a ser los más susceptibles. Asimismo, cuanto mayor es el contenido de materia orgánica de un suelo, mayor es su resistencia a ser erosionado. Cualquier sistema de manejo de suelo que favorezca el aumento de materia orgánica favorecerá la conservación del mismo.

3) Topografía del terreno.- Conforme aumenta la pendiente, el agua de escorrentía va a circular con mayor velocidad, aumentándose su capacidad de desprender partículas y de transporte, por lo que aumentará la pérdida de suelo. Además, las partículas de suelo desprendidas por las gotas de lluvia en lugar de distribuirse aleatoriamente serán esparcidas en mayor proporción pendiente abajo, tanto más cuánto mayor sea la pendiente. Respecto a la longitud de ladera, cuanto mayor sea, lógicamente mayor será el caudal de escorrentía acumulado y su velocidad, aumentándose la erosión. Otro método efectivo de lucha contra la erosión será disminuir cualquiera de los dos factores comentados, bien la pendiente, bien la longitud de ladera.

4) Cobertura del suelo.- La cobertura del suelo mediante plantas o residuos vegetales tiene un efecto considerable sobre la pérdida de suelo reduciéndola considerablemente. Esta reducción se explica por diversos efectos que produce:

- Interceptación por la cubierta de las gotas de lluvia, disminuyendo la fuerza del impacto de las mismas sobre el terreno, con lo que se reduce su efecto disgregador.
- Evita la formación de costras superficiales, muy comunes en suelos degradados con mala estructura. Esta costra, originada por el impacto de las gotas de lluvia, limita la infiltración de agua en nuestro suelo, aumentándose la escorrentía y, por tanto la pérdida de suelo.
- Disipación de la energía del agua de escorrentía, al reducir considerablemente la velocidad con que el agua discurre sobre el terreno.
- Retención del suelo por medio de las raíces de las plantas vivas o muertas.
- Aumento del contenido de materia orgánica del suelo por la degradación de los residuos vegetales. Esto origina un incremento de la estabilidad de los agregados de nuestro suelo, siendo más resistentes al efecto disgregador de las gotas de lluvia y del agua de escorrentía.

III. INFLUENCIA DEL LABOREO EN LA EROSIÓN

El laboreo constituye el método de mantenimiento del suelo en muchas forestaciones agrícolas. Este sistema incrementa el riesgo de erosión, al provocar una degradación de la estructura del suelo y una eliminación de la cobertura del mismo.



Foto 1. Aparición de fuerte competencia por presencia de vegetación herbácea en un antiguo terreno de cultivo.

3.1. Degradación de la estructura del suelo

Esta degradación se produce por diversos efectos que tiene el laboreo excesivo

- *Desmenuzamiento excesivo del terreno*, originando partículas de pequeño tamaño, más susceptibles al arrastre.
- *Disminución de la estabilidad de los agregados*. Al labrar provocamos una incorporación de los residuos favoreciendo la rápida mineralización de la materia orgánica al situar los restos orgánicos frescos a un medio donde existen unas condiciones de aireación y humedad óptimas para la proliferación de microorganismos. Se facilita así la formación de costras superficiales que disminuirán la infiltración, haciéndose necesarios nuevos pases.
- *Formación de capas compactadas* en profundidad como consecuencia del pase de los arados a una determinada profundidad, limitándose así la infiltración y el desarrollo radicular.

- *Disminución de las poblaciones de lombrices*, por la mayor desecación del terreno, la destrucción de las galerías y la descomposición de los restos de plantas y materia orgánica fresca que son su fuente de alimentación. Hay que considerar que las lombrices actúan como auténticos labradores naturales del suelo y mejoran la estabilidad estructural del mismo.
- *Formación de caminos preferenciales de agua* cuando se labra siguiendo las líneas de máxima pendiente.

3.2. Eliminación de la cobertura del suelo

El enterrado de los residuos provocado por el laboreo elimina todos los efectos beneficiosos antes comentados.

IV. CONSECUENCIAS DE LA EROSIÓN

La erosión del suelo va a presentar graves consecuencias tanto en el propio terreno en que se está produciendo como fuera de la parcela (efectos difusos).

4.1. Efectos de la erosión en la propia parcela

La erosión afecta gravemente a la calidad y a la fertilidad del suelo, disminuyendo su capacidad para soportar cualquier tipo de vegetación, al incidir sobre distintas características del mismo.

- *Disminución de la capacidad de infiltración y de la capacidad de almacenamiento de agua* del suelo, al desaparecer los horizontes superficiales que son los que mayor espacio poroso y mayor contenido de materia orgánica tienen.
- *Pérdida de nutrientes básicos* para las plantas como nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, esenciales para el crecimiento de las mismas. Esto es así puesto que la concentración de estos nutrientes es mucho mayor en los primeros centímetros del suelo que son los que se nos van a perder dejándonos unos horizontes que típicamente tienen hasta tres veces menos.
- *Pérdida de materia orgánica*, que según vimos contribuye enormemente a la fertilidad del suelo. Dado que la mayor parte de la materia orgánica se acumula en la parte más superficial del suelo, la erosión provoca un rápido descenso de su contenido y la fertilidad disminuye por la degradación de la estructura y el descenso del nivel de nutrientes.
- *Disminución de la cantidad y diversidad de los organismos vivos* de los suelos, como bacterias y hongos, algunos de los cuales son capaces

de reciclar nutrientes básicos para las plantas o como las lombrices, auténticos labradores naturales del suelo.

- *Disminución de perfil de suelo*, que especialmente en suelos poco profundos puede conducir a la imposibilidad del mismo para soportar cualquier tipo de vegetación.

Es necesario considerar que muchos de los efectos de la erosión aumentan, a su vez, la susceptibilidad del mismo a sufrir pérdidas de suelo, con lo que se entra en un círculo cerrado que finalmente nos lleva a la desertificación.

4.2. Efectos fuera de la parcela

El proceso de la erosión no sólo va a afectar a la parcela, sino que va a tener un efecto negativo sobre toda la zona circundante, pues las partículas de suelo van a ser arrastradas dando lugar a la colmatación de canales y embalses, reduciendo la capacidad de retención de agua y de producción de energía eléctrica, disminuyendo la vida útil de los pantanos y aumentando el riesgo de inundaciones al disminuir su capacidad de regulación de los caudales. Además se incrementan los costes de tratamiento de las aguas de los ríos.

Asimismo hay que tener en cuenta que las partículas de suelo pueden llevar absorbidas diferentes sustancias químicas provenientes de los fertilizantes y los pesticidas que pueden afectar a las plantas acuáticas y a otros organismos, afectando gravemente a muchos ecosistemas, dando lugar a procesos como la eutrofización.

V. FUNDAMENTOS DE LA PREPARACIÓN DEL TERRENO EN PREPLANTACIÓN

Las tierras que están siendo forestadas presentan suelos erosionados, en muchos casos con pendientes altas, y en algunas ocasiones abandonados por sus propias limitaciones agronómicas. La recuperación de las mismas implica la conservación y mejora de sus suelos, imprescindible para desarrollar posteriormente cualquier tipo de actividad agro-forestal, e incluso para garantizar la inmediata supervivencia de la repoblación.

El establecimiento de plantaciones forestales requiere en la mayor parte de los casos de algún nivel de preparación del terreno, con el fin de asegurar una supervivencia de árboles adecuada y un crecimiento de los mismos acorde a los objetivos establecidos. La preparación del terreno tiene como objeto crear en el suelo la situación idónea para que la semilla o plantas que en él se instalan, tenga una mayor facilidad en el arraigo y un mejor desarrollo posterior. De hecho la preparación del terreno bien directamente o con antelación,

elimina la vegetación que pueda competir con la planta introducida y además rompe el perfil facilitando la penetración y el desarrollo de las raíces. Favorecer el desarrollo radical es prioritario en forestaciones, puesto que se trata en general de especies vegetales con raíces profundas, lo que les permitirá sobrevivir en condiciones edafo-climáticas muy adversas.

Los procedimientos que se utilizan están diseñados para lograr alguno de los siguientes objetivos:

1. *Mejorar las condiciones del suelo.* La supervivencia y crecimiento de las especies forestales puede estar limitada por condiciones edáficas. La preparación del suelo permite: a) romper capas del suelo que limitan o dificultan el crecimiento de la raíz; b) facilitar los procesos de movilización y meteorización de la materia orgánica del suelo, poniéndola a disposición de las raíces de las plantas. c) aumentar la capacidad de retención de agua. Cuando las plantas han alcanzado un grado de desarrollo aéreo y radicular suficiente, son capaces de superar estas limitaciones por sus propios medios, pero en su fase inicial de establecimiento, en general se benefician de una intervención externa adecuada.
2. *Reducir la competencia de malezas.* Supone una mejora de las condiciones de establecimiento. En general es difícil la eliminación total de la vegetación no deseada, y en muchos casos tampoco es conveniente, ya que la presencia de esa vegetación permite controlar la erosión, mejorar el régimen hídrico y retener la humedad del suelo.
3. *Mejorar las condiciones de plantación.* En terrenos de vocación forestal las preparaciones del suelo tienen por objeto facilitar las operaciones de plantación, creando condiciones de desarrollo más adecuadas para la planta recién instalada (volumen suficiente de suelo, suelo agrietado y removido, y ausencia de deformaciones de raíz). En los terrenos agrícolas, la facilidad de acceso y las características de estación no hacen necesario ni deseables preparaciones de gran intensidad, pero debe asegurarse unas condiciones adecuadas para la planta recién instalada.
4. *Mejora el régimen hidrológico del terreno.* En las repoblaciones forestales, y particularmente en las áreas mediterráneas, el agua es uno de los principales factores limitantes para la supervivencia y crecimiento de las plantaciones. En estas circunstancias los procedimientos de preparación están dirigidos a mejorar el régimen hidrológico del terreno. La creación de estructuras hídricas (acaballonados, ahoyados, subso-lados, entre otros) reducen la velocidad de escorrentía y facilita los procesos de infiltración.

En términos generales se acepta la necesidad de la preparación previa del terreno que va a ser forestado, debiéndose tomar las precauciones necesari-

rias para conseguir los objetivos previstos sin generar problemas secundarios, por ejemplo alta tasa de erosión y severas alteraciones del perfil del suelo.

VI. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DE SUELO EN TIERRAS AGRARIAS FORESTADAS

6.1. Fines que se persiguen

El objetivo de toda repoblación es lograr la supervivencia y crecimiento de un número suficiente de plantas que garanticen la producción y beneficio perseguido. Para ello no basta con hacer una buena elección de especie y una adecuada plantación (lo que corresponde a la fase propia de establecimiento) sino que además es necesario mantener un nivel mínimo de cuidados encaminados a proteger y favorecer el desarrollo de las plantas, como es la protección de las plantas (cerramientos, tubos cinegéticos, tubos invernaderos y defensa contra incendios), defensa contra plagas y enfermedades, manejo de la vegetación espontánea, aporcados, reposición de marras, riegos, fertilización y podas (NAVARRO, R. & MARTINEZ, A. 1996). Cualquier repoblación forestal supone una acumulación de riesgos, y por tanto el conjunto de las labores que comprende tiene una función concreta y definida, de tal manera que una labor mal ejecutada puede comprometer el éxito de la repoblación, independientemente de la adecuada ejecución de las restantes. El resultado final dependerá de un adecuado equilibrio entre estas prácticas, de su correcta realización de cada una y de la planificación.

Las técnicas de mantenimiento del suelo son en esencia las mismas en las plantaciones de cultivos leñosos y en la plantación forestal, si bien en ésta última hay características diferenciales que hacen la defensa del suelo contra la erosión sea si cabe aún más importante. Analizaremos con más de detalle las técnicas que pueden aplicarse después de las repoblaciones forestales, tomando como referencia aquellas propuestas en general para frutales (GIL, F. 1991) y especialmente de secano -olivar, viña y almendro- (CASTRO, J. 1994; NAVARRO, R. & MARTINEZ, A. 1996; SAAVEDRA, M. 1994; WILLIAM, D. 1992) por ser estos cultivos los que presentan una flora más diversa y similar a la de las formaciones mediterráneas originales (PASTOR, M. 1990; PUJADAS, A. 1996).

Las técnicas adaptadas a la repoblación forestal persiguen objetivos muy diferentes a la de los cultivos leñosos. Así, el agricultor pretende obtener un cierto nivel de cosecha, que no siempre es la máxima, de alta calidad y precio para que su beneficio sea máximo, y generalmente maneja explotaciones intensivas muy tecnificadas. Sin embargo en el caso de la explotación forestal es mucho más frecuente la extensificación. Además, determinados

problemas, como el riesgo de daños producidos por las heladas no son relevantes, puesto que de antemano se eligen especies forestales que no presentan tales problemas. Por el contrario, los riesgos de erosión e incendio y los daños al sistema radicular de las plantas tienen un carácter relevante en lo forestal.

6.2. Laboreo, herbicidas y coberturas vegetales

La vegetación espontánea es muy activa en la absorción de agua y nutrientes, por lo que compite severamente con las especies forestales que pretendemos establecer y desarrollar. Suele ser pues la primera causa de las pérdidas de plantas, con el consiguiente gasto en reposición de marras y el deficiente desarrollo vegetativo de las que sobreviven (SAAVEDRA, M. et al, 1995; WALSTAD, J. et al, 1987). Por otro lado, la vegetación contribuye a defender el suelo de la erosión, y de hecho, puede prevenirse ésta eficazmente manteniendo la cobertura vegetal en el suelo. Por este motivo, vamos a centrarnos en el análisis de un objetivo único, el manejo de la vegetación espontánea con dos fines: *reducir al mínimo la competencia* entre malezas y plantas de repoblación, y *mantener la mayor parte del suelo con cobertura vegetal* a lo largo del año para reducir los riesgos de erosión. Un tercer objetivo, que se alcanzará si las técnicas de mantenimiento de suelo se realizan correctamente, será *la creación de un entorno adecuado para favorecer la biodiversidad y el equilibrio ecológico*, así como el *incremento de las poblaciones de especies vegetales de mayor interés económico a medio y largo plazo*.

Los dos procedimientos que pueden utilizarse para controlar la vegetación en plantaciones forestales son las labores (o escardas manuales) y la aplicación de herbicidas. Ambos permiten manejar la vegetación, seleccionando y favoreciendo el desarrollo de las especies más interesantes para defender el suelo de la erosión, o que en el futuro puedan ser aprovechadas (melíferas, pratenses, medicinales, etc.), reduciendo las poblaciones de las especies más competitivas, agresivas y de escaso valor.

Las técnicas de mantenimiento del suelo son diversas y cada explotación, según sus características agroecológicas, deberá ser mantenida de una diferente forma. Analizaremos en primer lugar las técnicas, para establecer después los sistemas más idóneos que pueden aconsejarse en diversos tipos de explotaciones.

a) *Laboreo*.- Esta técnica representa el método más sencillo y tradicional de mantenimiento del suelo en terrenos agrícolas para eliminar la competencia de la vegetación espontánea; pero al ser un procedimiento costoso no es viable su realización a gran escala en muchas situaciones, especialmente en fincas que anteriormente estaban sometidas a un sistema de cultivo más intensivo y en las que concurren poblaciones de malas hierbas muy competi-

tivas, y con ciclos fenológicos diferentes, lo que obligaría a intervenciones continuas.

En cultivos leñosos se realizan normalmente dos labores fijas (labor de otoño/labor de primavera), y una serie de labores ocasionales. En plantaciones forestales pueden considerarse necesarias las labores fijas. La preparación del terreno, anterior a la repoblación, supone un tratamiento previo del suelo que elimina la vegetación presente, bien de forma total o puntual, y puesto que las plantaciones se realizan normalmente en otoño/invierno, la primera labor después de plantar corresponderá a la *labor de primavera*, para eliminar la vegetación que haya podido instalarse y reducir el riesgo de incendios. Además será necesaria la escarda de pies individuales por la imposibilidad de los aperos de eliminar la vegetación en la proximidad del árbol.

Durante el verano deben en general evitarse las labores ya que en términos generales no van a suponer un beneficio para la plantación, y pueden generar riesgos indirectos como desecación de raíces superficiales, daños físicos a la raíz, o erosión asociada a eventos puntuales de lluvia. Pasado el verano puede realizarse una labor de otoño, normalmente a mediados de dicha estación, con el fin de crear unas buenas condiciones de infiltración en el suelo, y eliminar la posible competencia de la vegetación de otoño.

Se pueden utilizar los mismos aperos que en agricultura, cultivadores principalmente, evitando aquellos que producen suela de labor, como es la grada de discos. En la primera labor deben evitarse aperos que actúan a demasiada profundidad para evitar posibles daños a la planta sobre todo aquellas especies de raíces más someras (por ejemplo, *Ceratonia siliqua* -algarrobo- u *Olea europea var. sylvestris* -acebuche-), siendo recomendable las gradas y cultivadores ligeros. Este método de mantenimiento ha sido criticado frecuentemente en el mundo agronómico, por los inconvenientes que presente, por lo que su generalización al mundo forestal no parece tampoco muy correcta.

El laboreo en las forestaciones presenta ciertas ventajas como son el no precisar asesoramiento técnico, la fácil incorporación de abono y enmiendas y favorecer el enraizamiento profundo. Así que favorece la resistencia a la sequía de las plantas adultas. pero también implica graves inconvenientes como son la difícil limpieza de "ruedas", el daño ocasionado a las raíces superficiales y ocasionalmente a los troncos, y la dificultad de tránsito por la finca.

Actualmente el laboreo es el método utilizado de forma general en forestación de explotaciones agrarias, lo cual no supone más que una generalización de lo que ocurre en los terrenos agrícola. Debe aceptarse que este método seguirá siendo posiblemente el más utilizado a corto plazo, con los riegos ambientales que esto suponen, pero a medio y largo plazo deben ofrecerse

otras alternativas más adecuadas, que sean atractivas para los destinatarios, menos costosas, y que reduzcan la erosión del suelo.

b) No Laboreo y aplicación de herbicidas.- Estas técnicas de mantenimiento suponen la sustitución del laboreo del suelo por aplicaciones de productos fitotóxicos. Su empleo ha crecido considerablemente en la agricultura, pero su generalización al campo forestal es más discutible, tanto en el tiempo como en el espacio, dependiendo de las características de la finca.

El uso de herbicidas, localizado y combinado con otras técnicas se ofrece como una alternativa de notable interés, ya que en la mayor parte de las repoblaciones forestales no es necesario, ni conveniente eliminar totalmente la vegetación espontánea. Simplemente se debe evitar su competencia directa sobre el arbolado establecido y prevenir el desarrollo de poblaciones de especies invasoras, competitivas y de escaso valor.

No obstante son varias las ventajas que los herbicidas ofrecen en el mantenimiento del suelo: posibilita el enraizamiento superficial, altera menos la cubierta vegetal y por tanto reduce el riesgo de erosión conservando mejor la estructura del suelo (GOLABI, M. et al 1995). Por el contrario, tienen los inconvenientes de reducir la resistencia a la sequía al no favorecer enraizamientos en profundidad, puede dar lugar a problemas edáficos sobre todo en suelos de texturas finas (costras y agrietamientos), así como un marcado riesgo de alteraciones de la flora y la microfauna asociada. El balance entre estos factores, que en lo agrícola suele ser positivo, en la actividad forestal parece menos evidente dada la ya mencionada diferencia de objetivos. Todo lo anterior unido al escaso atractivo que tiene esta técnica para el agricultor, tanto en términos económicos como técnicos hace poco previsible su generalización a corto plazo. Existe el riesgo de que una promoción excesiva sin el control técnico y ecológico adecuado, ocasione problemas secundarios difíciles de prever. Es preciso ser prudentes a la hora de recomendar el uso generalizado de herbicidas en el campo forestal, evitando su vulgarización.

Tabla 2. Herbicidas para uso forestal

HERBICIDA (materia activa)	PERSISTENCIA	DOSIS (materia activa kg/ha)	ÉPOCA DE APLICACIÓN	OBSERVACIONES	TIPO DE VEGETACIÓN QUE CONTROLA
AMINOTRIAZOL 40% + DURON 20% Póvulo mojable (PM)	3 a 6 semanas	2.4+1.2 a 3.2+1.6	PREEMERGENCIA Y POSTEMERGENCIA TEMPRANA	- No mojar partes verdes del árbol o arbustos. - A partir de 4 años de la plantación. - Regar previamente si el terreno está seco.	- Herbáceas anuales y algunas perennes.
ASULAN 40% p/v (Sal sódica) Líquido soluble (LS)	3 semanas	2.4 a 4	PREEMERGENCIA	- No mojar partes verdes del árbol o arbusto. - Na entrar ganada en 15 días.	- Herbáceas anuales y algunas perennes - No controla papaveráceas
GLIFOSATO Varias formulaciones	0	1 a 3 para anuales 2 a 6 para perennes	POSTEMERGENCIA Normalmente después de la fi- racion para controlar perennes	- No mojar partes verdes de los árboles o arbustos. - Plantaciones de más de 3-4 años en aplicación dirigida y según condiciones de registro. - Plazo de seguridad para ganado: 7 días. NO AUTORIZADO EN ESPAÑA	- Herbáceas anuales y perennes y arbustos
GLIFOSATO (sal isopropilamina) 18% + MCPA (sal isopropilamina) 18% p/v Líquido soluble (LS)	2 a 4 semanas	1 + 1 1.8 + 1.8 para perennes 0.7+0.7 a 1 + 1 para anuales	Cierta acción de preemergencia del MCPA	- No mojar partes verdes de los árboles o arbustos. - Plantaciones de más de 3-4 años en aplicación dirigida. - Plazo de seguridad para ganado: 15 días.	- Herbáceas anuales y perennes y arbustos
GLIFOSATO AMÓNICO 20% p/v Líquido soluble (LS)	0	1 a 2	POSTEMERGENCIA	- No mojar partes verdes del árbol o arbusto. - Antes de realizar la plantación o a partir de los 4 años de la misma, y según condiciones de registro. - Plazo de seguridad para ganado: 21 días	- Herbáceas anuales - Control parcial de perennes
HEMAZINONA 25% p/v líquido soluble (LS)	2 a 12 meses según dosis	0.8 a 3.5 en vieros 1.75 a 2 para plantaciones de más de 5 años	PREEMERGENCIA Primavera u otoño en vieron de coníferas	- Selectivo de coníferas. - Plazo de seguridad para el ganado: 21 días.	- Herbáceas anuales y malezas arbustivas - No controla leguminosas, Rumex y Cuscuta
IMAZAPR 25% p/v Líquido soluble (LS)	Varios meses incluso años	0.5 a 0.75 para anuales 0.75 a 1.5 para leñosas	POSTEMERGENCIA Y PREEMERGENCIA	- Muy residual. - Aplicaciones según condiciones de registro. - Aplicar con alto volumen de caldo, 300 l/ha de agua.	- Herbáceas anuales perennes y leñosas
ISOXABEN 50% p/v Líquido autosuspendible (LA)	Varios meses	0.5 a 1	PREEMERGENCIA		- Herbáceas de hoja ancha - Sin efecto sobre gramíneas, hierbas establecidas y perennes
SULFOSATO 48% p/v Líquido soluble (LS)	0	3 a 6 perennes 1.5 a 3 anuales 0.5 a 1 anuales recién emergidas	POSTEMERGENCIA Normalmente después de la firación para controlar perennes	- No mojar partes verdes del árbol o arbusto. - Plantaciones de más de 3-4 años en aplicación . - Plazo de seguridad para el ganado:	- Herbáceas anuales y perennes
THAZOPR 24% p/v Líquido emulsionable (LE)	8-12 meses	0.36 a 1	PREEMERGENCIA	- A partir del año siguiente a la plantación según condiciones de registro	- Herbáceas anuales

Nota: Para todos los herbicidas mencionados, serán prevalentes las indicaciones que se den en las etiquetas de los productos, para que el agricultor se cerciore de los riesgos de su uso. Igualmente, en la etiqueta deberán indicarse las condiciones en que debe efectuarse la aplicación en cada caso. Siempre es aconsejable el asesoramiento técnico en el uso de herbicidas.

La experiencia en el uso de herbicidas en plantaciones forestales no es relativamente reducida en los cultivos agrícolas (GLOVER, G. et al 1992; LOWERY, R. et al 1991). En España en particular la investigación y desarrollo tecnológico en el uso de herbicidas en lo forestal es poco consistente. Lo anterior obliga a utilizar como referencia aquellos productos cuyo uso forestal esta autorizado (MAPA, 1995) (Tabla 2), y consiguientemente el numero de herbicidas autorizados para este uso es escaso y restringido a especies forestales muy concretas (coníferas, eucaliptos, chopos). Especies como la encina no tienen ningun herbicida autorizado, ni existe informacion sobre su aplicación. Esta circunstancia esta suponiendo que exista un interés creciente sobre el uso de herbicidas en el campo forestal. La experiencia en plantaciones forestales no es tan amplia como en cultivos agrícolas, al menos en nuestro país, existiendo una falta de investigación y desarrollo tecnológico adecuado. Esto nos obliga a utilizar como referencia aquellos productos cuyo uso forestal esta autorizado La selección de los herbicidas dependerá de la especie instalada, de las especies a controlar, la textura del suelo (factor de notable importancia), la proximidad de áreas sensibles, la pedregosidad, la materia orgánica y el pH, factores que controlan la permanencia del herbicida en el suelo.

Tabla 3. Evaluación de la fitotoxicidad en plántones de encina e incremento de altura de los mismos en los diversos tratamientos herbicidas.

Materias activas	Fitotoxicidad ¹			Incremento en altura (cm) ²
	20 días	2 meses	4 meses	
Sirnazina	0	0	0	10.5b
Flupoxán	0	0	1	3.2a
Tiazopir	0	5	4	2.8a
Pendimetalina	3	6	7	1.9a
Diurón	0	7	9	1.9a
Oxadiazón	6	3	2	3.3a
Oxifluorfén	3	2	1	1.1a
Fluazifop-butil	1	1	1	3.4a
Glufosinato amónico	5	6	6	1.4a
Glifosato	6	7	6	1.1a
Triclopir	7	8	8	0.6a

¹ Escala de evaluación de fitotoxicidad por herbicida: (0) sin daños - (10) cultivo destruido

² Los tratamientos que presentan la misma letra no son diferentes significativamente ($P < 0.01$)

Estos resultados constatan que la simazina presenta una excelente tolerancia con los plantones de encina, al menos en las dosis ensayadas de 4 l/ha y en el primer año de tratamiento. Otros herbicidas de acción residual como flupoxan, tizopir y oxifluorfon no produjeron una fitotoxicidad apreciable, teniendo claras posibilidades de uso. Herbicidas que no deben emplearse, a no ser que la aplicación sea dirigida, son oxidiazon, glifosato y glufosinato de amonio. El uso de triclopir, dada la gran sensibilidad que presenta la encina no es recomendable. Finalmente herbicidas claramente descartables son Pendimetalina, y Diuron.

El uso de estos productos permite prácticas de mantenimiento combinadas en el tiempo (variaciones de laboreo y no laboreo a lo largo del año) y en el espacio (variaciones de laboreo y no laboreo a lo largo de la parcela), pudiéndose aplicar prácticas de no laboreo, que suponen la sustitución de las labores directas mediante aperos, por aplicaciones de productos fitotóxicos de forma total o parcial en la superficie. Esta técnica esta teniendo un importante impulso en el mundo agrícola, pero su generalización al campo forestal es más discutible. Existe el riesgo de que una promoción excesiva de herbicidas vulgarice su uso sin el control técnico y ambiental adecuado, pudiendo crear una serie de problemas secundarios difíciles de prever.

Tabla 4. Dimensiones y supervivencias de los diferentes tratamientos contra la vegetación herbácea en la Parcela de Paracuellos. Para cada columna, los valores medios seguidos de letras diferentes indican diferencias significativas al 5% para el test de Tuckey. GLI: Glifosato; TIA: Tiazopir; M: Mulching; S: Supervivencia, H: Altura en centímetros; D: Diámetro en milímetros (PEÑUELAS, J. Et al 1996).

TRATAMIENTO	1ª MEDICION			2ª MEDICION			3ª MEDICION			INCREMENTO	
	H	D	S%	H	D	S%	H	D	S%	H	D
TESTIGO	12,4cd	2,2d	56,6	22,4e	4,1e	43,0	24,4e	5,3cd	36,0	12,0	3,1
ESCARDA	12,1cd	2,4d	91,6	24,6e	5,2de	68,3	27,7de	6,9cd	63,0	15,6	4,5
GLIFOSATO	13,8c	2,9c	93,3	35,6c	6,3cd	81,6	38,4c	8,2c	81,6	24,6	5,3
GLI + TIA	14,2c	3,1c	70,0	30,6d	7,1c	61,6	33,2c	8,5c	61,6	19,0	5,4
GLI + TIA + M	13,3d	2,9c	88,3	30,6d	7,0c	68,3	31,9de	8,7c	68,3	18,6	5,8
IMAZAPIR	10,8d	2,5d	61,6	-	-	-	-	-	-	-	-
SIMAZINA	16,1b	3,7b	93,3	41,7b	8,9b	91,6	50,1b	13,6b	91,6	34,0	9,9
HEXACINONA	17,8a	4,6a	81,6	58,2a	13,6a	76,6	70,1a	21,8a	76,6	52,3	17,2
GLUFOSIMATO	13,5c	2,8c	75,0	29,6d	5,4de	58,3	33,6cd	7,4bc	58,3	20,1	4,6
MULCHING	11,9cd	2,3d	68,3	22,4e	4,4e	56,6	25,1e	6,2bc	21,0	13,2	3,9

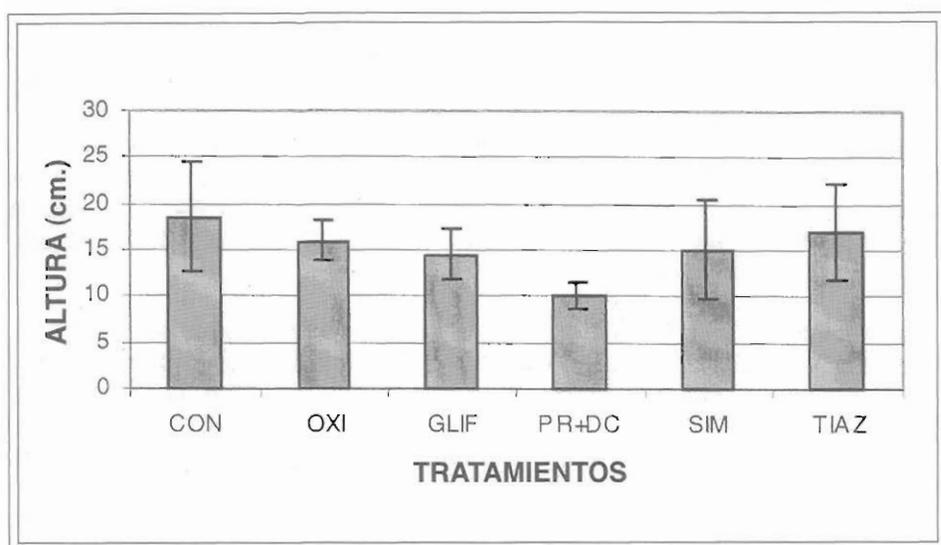


Figura 2. Crecimiento en altura de algarrobo en respuesta a diferentes tratamientos con herbicidas.

c) *Laboreo y herbicidas.*- Este método combina la técnica de mantenimiento del suelo mediante labores y la aplicación de herbicidas a la totalidad o a parte de la superficie.

Laboreo y no laboreo alternativo a lo largo del año. El terreno se mantiene libre de vegetación durante un período de tiempo más o menos prolongado a lo largo del año mediante la aplicación combinado de herbicidas con laboreo. Pretende reducir la intensidad de las labores, y mejorar el control de la vegetación por la acción del herbicida. Es una buena alternativa en el campo forestal porque permite reducir la intensidad de las labores, manteniendo un control de malezas duradero y a bajo coste.

Laboreo y no laboreo alternativo a lo largo de la parcela. Consiste en la aplicación de herbicidas en los ruedos o líneas de plantación y la realización de labores en las calles. Es una de las alternativas más interesantes en repoblaciones forestales. La mayor parte de las repoblaciones en España no persiguen una rentabilidad inmediata, por tanto no es necesario mantener el terreno en condiciones óptimas para el desarrollo del árbol, sino simplemente en condiciones de asegurar su supervivencia y desarrollo equilibrado, pudiéndose llegar a un adecuado equilibrio en la intensidad de los tratamientos, con bajo impacto ambiental y coste reducido.

d) *Coberturas Temporales o Permanentes.*- Los sistemas más recomendables para reducir la erosión son aquellos que mantienen una cobertura de suelo a lo largo de todo el año, y a ser posible a escasa altura. El manteni-

miento de coberturas vegetales es compatible con técnicas de laboreo y no laboreo con aplicación de herbicidas. En cada explotación el sistema idóneo de mantenimiento habrá de elegirse en función de sus características propias, especialmente de la composición de la flora y de la pendiente del terreno. Además, para que los resultados sean óptimos, deberá planificarse antes de realizar la plantación, adoptando las medidas correspondientes para la preparación del terreno. La cobertura puede establecerse sólo en una parte de la superficie, manteniendo el resto limpio de hierba con labores, escardas o herbicidas.

El empleo de cubiertas vegetales vivas ha sido investigado en diversos cultivos leñosos como el olivar, el almendro o el viñedo con resultados excelentes en cuanto a conservación del suelo y del agua (figuras 3 y 4).

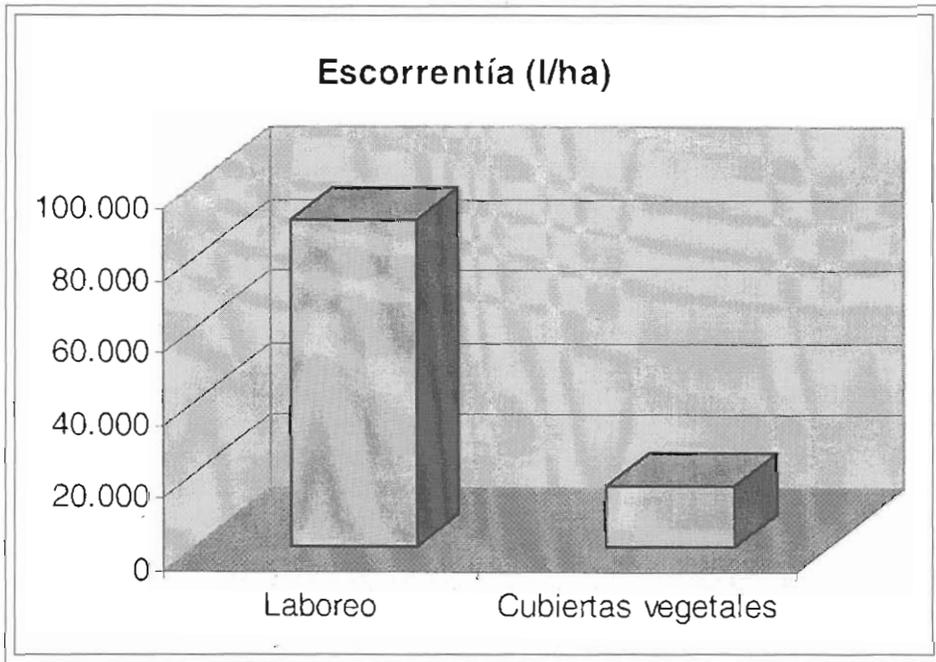


Figura 3. Comparación de valores de escorrentía expresados en l/ha medidas en parcelas cerradas de viñedo sometidas a sistemas de laboreo según línea de máxima pendiente y con cubiertas de vegetación espontánea. Estación Experimental de Lanjarón (Granada). Martínez et al. 1997.

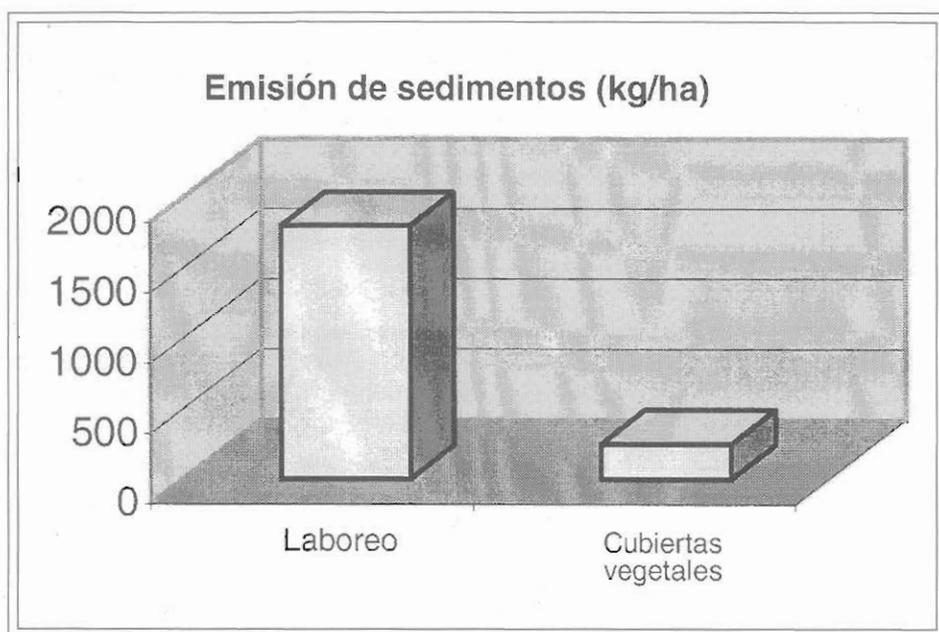


Figura 4. Comparación de emisión de sedimentos expresados en kg/ha medidas en parcelas cerradas de viñedo sometidas sistemas de laboreo según línea de máxima pendiente y con cubiertas de vegetación espontánea. Estación Experimental de Lanjarón (Granada). Martínez et al. 1997.

Cubiertas vegetales vivas. En cultivos leñosos se han desarrollado técnicas de mantenimiento de suelo a base de cubierta vegetal en una parte de la superficie sin que se produzcan pérdidas de cosecha respecto a sistemas de no-laboreo y laboreo convencional. Estas técnicas pueden ser aplicadas en plantaciones forestales de similares características agroecológicas, adoptando estrategias que minimicen dichos riesgos. Presenta el inconveniente de que al secarse las plantas en verano, lo que ocurre en la mayor parte de España, el riesgo de incendio puede ser alto. Por otro lado, la presencia de plantas que compiten con la plantación todo el año retrasa su desarrollo. Por ello, el desarrollo de la vegetación se limita mediante laboreo, siega mecánica, siega química. Así puede reducirse la competencia, cubierta vegetal-plantación forestal y adoptarse medidas para reducir los riesgos de incendio. En términos generales, estas técnicas tienen un extraordinario potencial en repoblaciones forestales, bien mediante el manejo de la vegetación natural o por siembras de especies vegetales de interés.

Las cubiertas vegetales temporales consisten en el establecimiento de una vegetación viva durante un período de tiempo determinado, que posteriormente se incorpora al suelo mediante laboreo o simplemente se siega (mecánica o químicamente) y los restos secos permanecen sobre el suelo. La

programación y la ejecución de las labores debe ser muy cuidadosa para evitar problemas de competencia con el arbolado. La experiencia que actualmente existe en cultivos leñosos podría ser fácilmente generalizable a los trabajos forestales.

Las cubiertas vegetales permanentes se presentan como una de las alternativas más adecuadas en repoblaciones forestales. Las especies utilizadas, las características de las plantaciones, y los objetivos perseguidos hacen de las cubiertas permanentes una solución atractiva en muchas explotaciones. En definitiva se trata de la creación de un sistema de naturaleza silvopastoral. Es necesario reconocer que no es una técnica sencilla de aplicar, dadas las dificultades de ejecución y mantenimiento. Los dos problemas fundamentales son qué especies son adecuadas para sembrar, y el método de siega. Deben ser especies cespitosas, de escaso porte, que resistan bien la siega continuada; en general se adaptan bien pratenses (*Lolium*, *Poa*, *Agrostis*, *Festuca*, *Trifolium*, *Lotus*, etc.), de las que se tiene experiencia en el establecimiento de pastizales, o especies herbáceas como la cebada (*Hordeum vulgare*) o centeno (*Secale spp.*).

Las cubiertas permanentes producen una mejora intensa de la estructura del suelo, aumenta el contenido de humus y favorecen la actividad biológica. Sus principales inconvenientes se derivan de la fuerte competencia hídrica y nutricional, el alto coste de establecimiento y la necesidad de tecnología y equipos adecuados para su implantación.

Como un alternativa a la siega es posible realizar la integración del pastoreo, lo cual supone una diversificación de la producción y puede mejorar el estado de la parcela. La preocupación del agricultor por la presencia de ganado se debe a los riesgos que esto supone para la plantación. Sin embargo, el uso de ganado puede mejorar el establecimiento de la plantación siempre y cuando el número, distribución y programación sea cuidadosamente controlado (DOESCHER, P. et al 1987).

Acolchados - "Mulch" individuales. Esta práctica ha sido utilizada frecuentemente en las plantaciones forestales en terrenos con tendencia a la aridez. Se lleva a cabo de una forma simple: se hace un acopio de piedra alrededor de la planta que permite reducir la pérdida de agua y controlar las malezas, proporcionando resultados bastantes buenos en términos de supervivencia y crecimiento (WALTER & McLAUGHLIN, 1989; HAYWOOD & YOUNGQUIST, 1991). 4). Actualmente se ofrecen diferentes productos que consisten en piezas de 1 a 2 m² de plástico o material orgánico que se colocan alrededor de la planta, con el fin de retener la humedad del suelo, además de controlar el desarrollo de malezas. Algunas casas comerciales empiezan a ofrecer productos de tipo *mulch*. Sin embargo, no está muy claro su efecto beneficioso en todos los casos, presentando algunas limitaciones en suelos pesados, y pudiendo servir de refugio a pequeños animales que dañan los árboles. La

generalización del uso "mulch" artificiales parece poco probable, dado su elevado costo y dificultad de instalación, así como algunos problemas secundarios tales como pudriciones, refugio para animales dañinos y limitaciones de empleo en suelos pesados. Las mallas antihierba, formadas por trenzado geotextil que impide el paso de la luz pero no del agua y del aire, son una alternativa relativamente económica y con menos inconvenientes, pero todavía escasamente experimentada.

Al igual que ocurre con otros tratamiento dirigidos a mejorar el establecimiento también, se han recogido, en trabajos previos efectos, del uso de mulchs en la mejora de la supervivencia y el crecimiento de las plantas (GUP-TA, 1991; KLICHENMANN & BRAVO, 1993), encontrándose incrementos de tamaño de hasta dos veces sobre el control. Existe sin embargo poca experiencia en el uso de estas técnicas en grandes repoblaciones forestales.

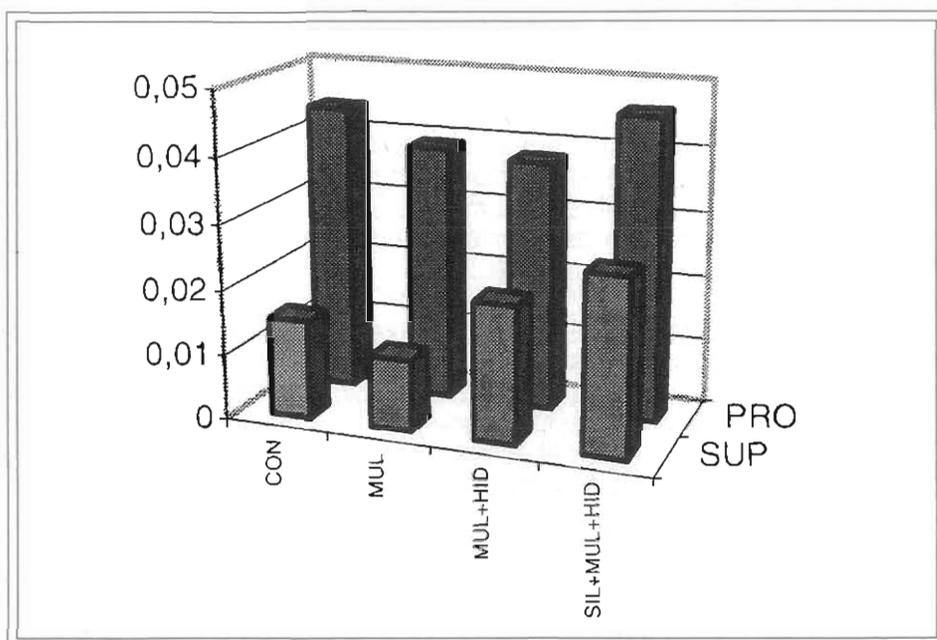


Figura 5. Variaciones de la humedad del suelo según diferentes tratamientos con mulchs en Senes (Almería)

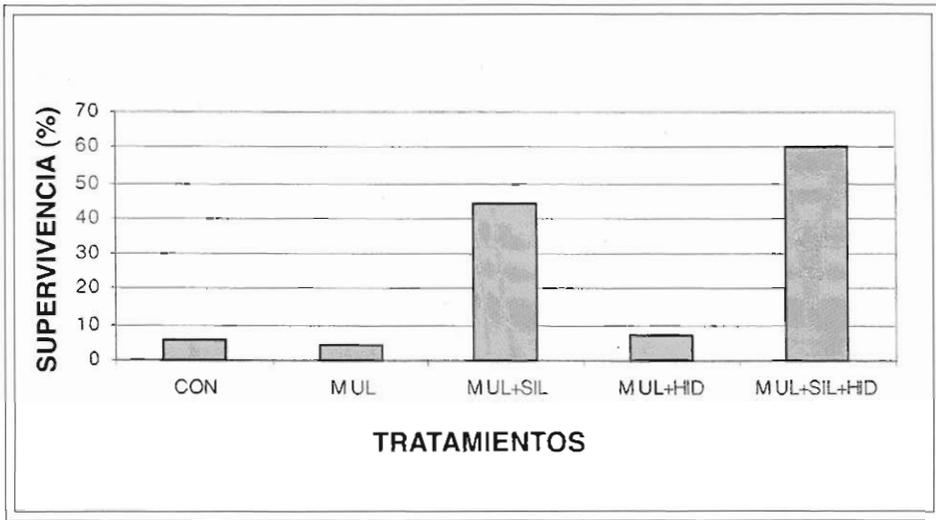


Figura 6. Supervivencia de acebuche según diferentes tratamientos con mulchs en Senes (Almería).

El efecto beneficioso del mulch sobre la planta parece estar directamente ligado al contenido de humedad en el suelo a diferentes profundidades (GUP-TA, 1991), aunque parece existir una gran alternancia en zonas con fuertes períodos secos, aunque se mencionan incrementos de la humedad del orden 15-20 % en el período húmedo, y del 4-7 % en el período seco.

VII. MANTENIMIENTO DE SUELO EN DISTINTOS TIPOS DE EXPLOTACIÓN FORESTAL

Los sistemas de mantenimiento de suelo que se pueden adoptar son muy diversos. La elección del sistema vendrá condicionada por las características agroambientales de cada parcela, y va a depender de varios factores. Entre otros, es importante el tipo de flora de cada parcela; deben considerarse las especies dominantes y también las acompañantes, que aún estando presentes en baja densidad, pudieran ser con posterioridad el mayor problema (caso de especies agresivas, competitivas) o, por el contrario, las más idóneas (por ejemplo, especies pratenses en fincas adhesionadas).

Se trata pues de manejar la flora y el suelo de forma que se consigan los siguientes objetivos:

- Mantener a lo largo del tiempo y del espacio la mayor parte de la superficie cubierta, preferiblemente con vegetación, para así evitar la erosión.

- Minimizar el efecto de la competencia de la vegetación espontánea con las plantas de repoblación, de forma que se posibilite un rápido desarrollo aéreo y radical de los plantones.
- Limitar el desarrollo de la vegetación en determinados lugares, para así limitar la competencia y reducir el riesgo de incendios.
- Evitar la aplicación indiscriminada de herbicidas, sobre todo de aquellos que puedan presentar mayores riesgos de contaminación ambiental.

Se debe insistir en el gran riesgo de daño medioambiental en las zonas de repoblación lo constituyen la erosión y los incendios. Las labores, la aplicación de herbicidas o el pastoreo de ganado son herramientas que permiten limitar el desarrollo de la vegetación en explotaciones forestales y así reducir el riesgo de incendios. La elección del procedimiento más idóneo es una decisión del agricultor. En el caso de pastorear y aplicar herbicidas, se deben tener en cuenta los plazos de seguridad establecidos en la legislación.

En este apartado se hace referencia a tres explotaciones tipo para ilustrar los muy diferentes ecosistemas agrarios que están siendo reforestados en la actualidad. En cada uno de ellos se mencionan los trabajos de preplantación y cuidados culturales en postplantación, ya que los segundos dependerán de los primeros.



Foto 2. Técnicas de mantenimiento de suelo por fajas.

1. "Tipo adehesado". - Se trata de una explotación que normalmente es pastoreada por ganado. Las labores son ocasionales y se realizan cada cierto número de años con el fin de eliminar especies arbustivas o herbáceas. En algunos casos pueden existir algunos árboles y arbustos (o regenerado) de interés. La flora dominante es pastizal de bajo porte; la vegetación está muy equilibrada y estable, proporcionando ya los beneficios que se pretenderían en el futuro.

La estrategia de mantenimiento de suelo deberá producir la menor alteración posible de éste, y prácticamente se actuará sólo en una pequeña superficie, en el lugar donde se van a instalar las nuevas plantas, y sólo donde sea necesario limitar la competencia de las hierbas con el plantón. Es un tipo de explotación cuyo mantenimiento no se concibe técnicamente sin el aprovechamiento ganadero o cinegético como factor de equilibrio.

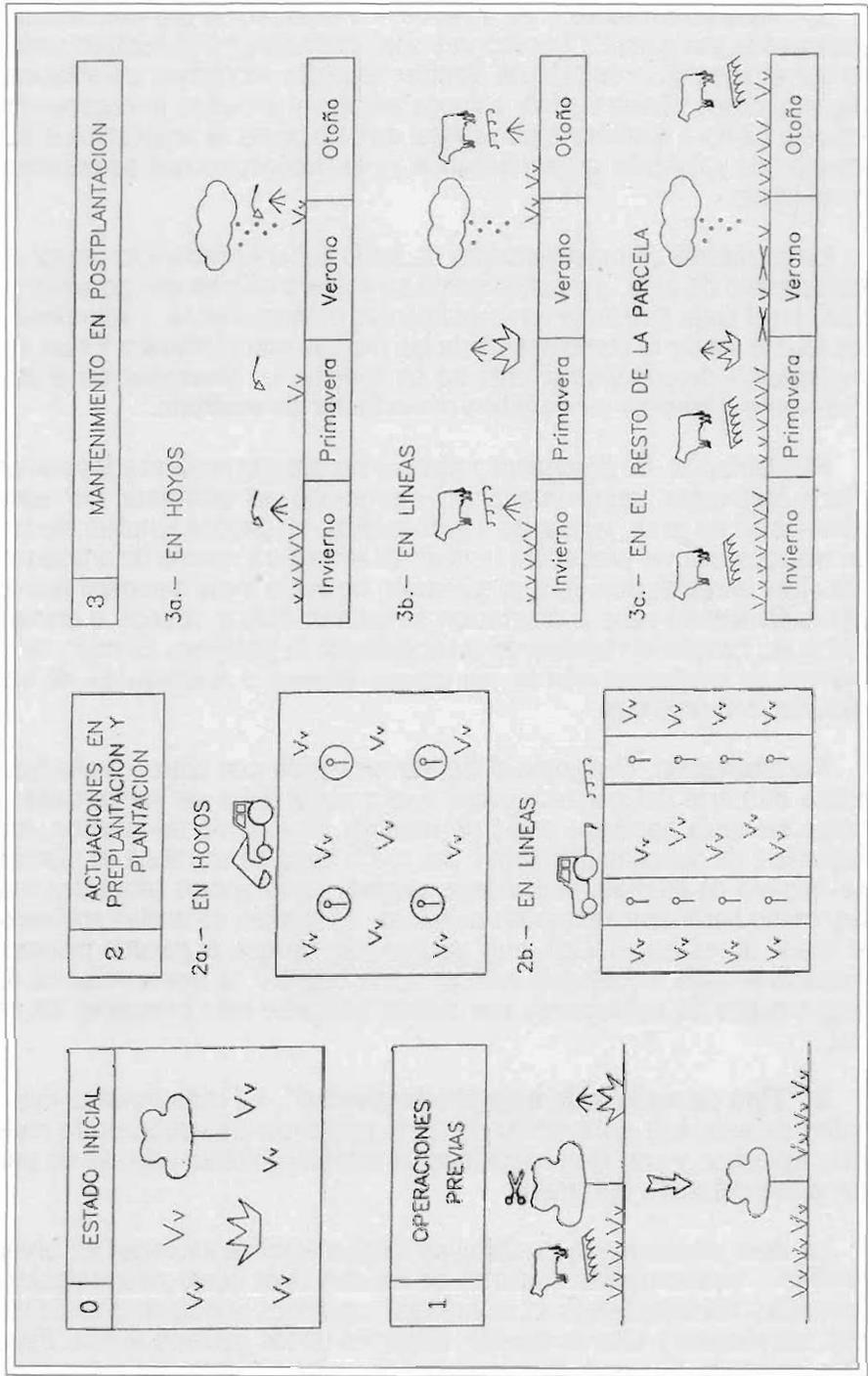
Preplantación. Se procederá a eliminar las plantas no deseadas con escardas o herbicidas, según la especie y extensión del problema. Por ejemplo, eliminación de jaras, jaguarzos y garbancillos, se pueden emplear herbicidas de traslocación; se procederá también al arranque y quema de árboles muertos. Tras la realización de la preparación de suelo lineal o puntual (por ejemplo, subsolados) para la plantación se podrán aplicar abonos o enmiendas húmicas, cuando el objetivo de la repoblación lo justifique. El resto de la superficie se mantendrá intacta, sin realizar laboreo o aplicaciones de herbicidas, salvo lo reseñado.

Postplantación. El plantón debe ser protegido con tubo o malla hasta la altura de corte del ganado (oveja) y la parcela debe ser pastoreada, tal y como se venía haciendo antes de repoblar. El entorno del plantón, en una superficie de aproximadamente 1 m², o a lo largo de una línea de plantación, se limpiará de hierbas, pudiéndose emplear tanto aperos (escardas manuales) como herbicidas (escardas químicas). El empleo de mallas antihierba en el ruedo no es en principio muy aconsejable porque el ganado pisotearía y movería la malla, haciéndola ineficaz. En la Figura 7 se representan de forma esquemática las actuaciones que deben realizarse para conseguir los objetivos.

2. "Tipo cerealista de baja productividad". - La característica más relevante de este tipo de explotación es la presencia de especies de malezas muy agresivas y con gran capacidad de establecimiento, además de presentar grave deterioro del suelo.

La flora dominante la constituyen fundamentalmente especies arvenses terófitas, mediterráneas, (muchas de escaso valor como pascícolas) y muy agresivas, pertenecientes a comunidades arvenses principalmente de las clases *Secalinetea* y *Chenopodietea*. Especies de los géneros *Avena*, *Papaver*, *Chenopodium*, *Sonchus*, *Matricaria* y *Anacyclus*, alcanzan en estos terrenos

Figura 7. Técnicas de mantenimiento de suelo en una explotación Tipo adheresado.



gran desarrollo en escaso tiempo y compiten fuertemente por agua y nutrientes con los plantones. Además, al desarrollarse tanto y secarse en verano incrementan considerablemente el riesgo de incendio.

La estrategia de mantenimiento de suelo consistirá en favorecer la sustitución de estas especies, progresivamente, evitando la competencia de las mismas, sobre todo en los ruidos del plantón, y tomando medidas de prevención de incendios, en unas zonas donde el riesgo es muy alto (quema de rastrojos en fincas adyacentes, proximidad de carreteras y otras actividades humanas).

En este tipo de explotación (Figura 8), los cuidados de mantenimiento mixto y el establecimiento de cubiertas, por tratarse de terrenos mecanizables, es una alternativa bastante factible y técnicamente correcta. Los plantones deberán ubicarse precisamente en las franjas desprovistas de vegetación.

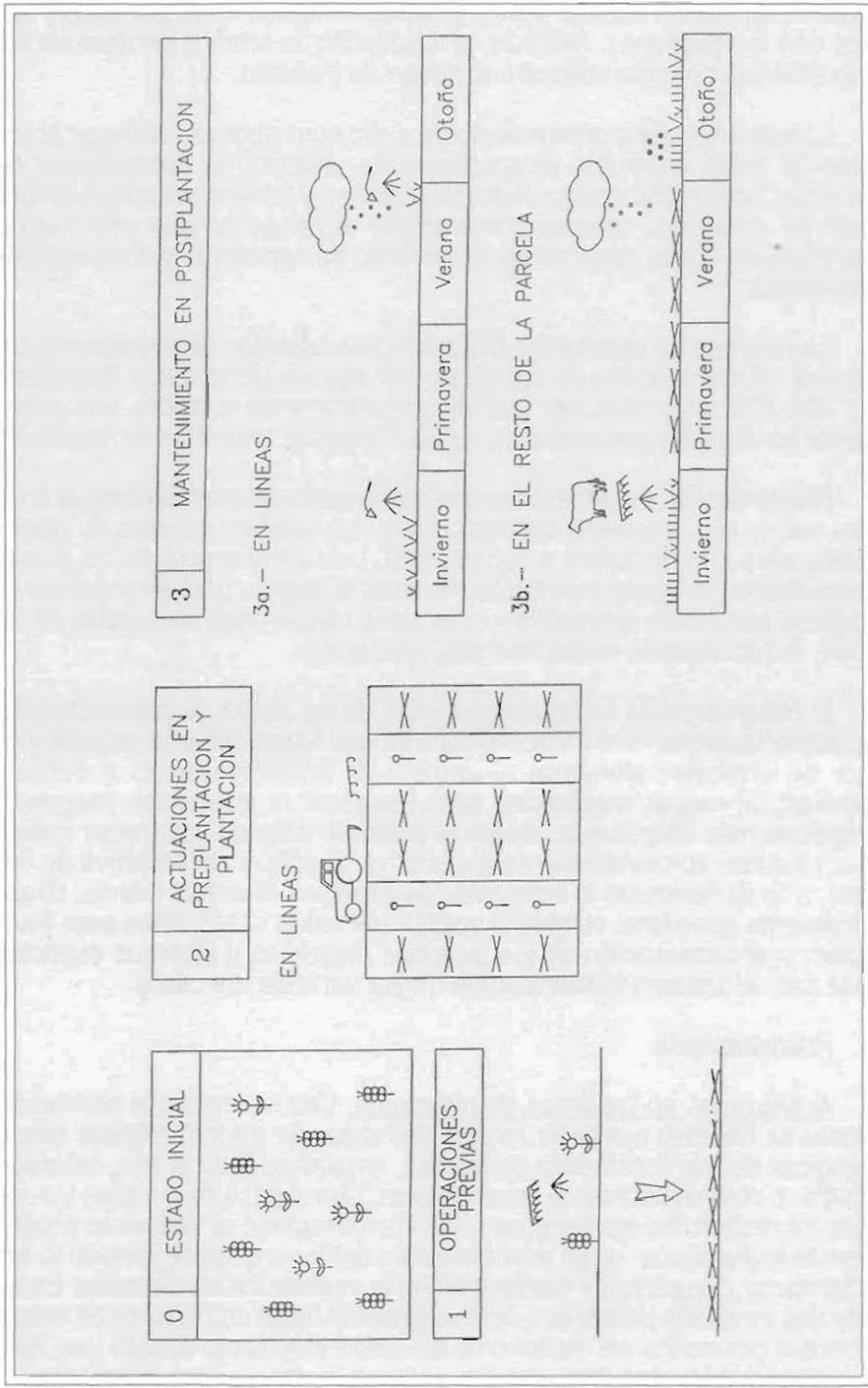
Preplantación. En general será recomendable labores profundas en aquellos suelos que presenten costras calizas (subsolados) o suelas de labor (acaballonados con desfonde o subsolados). La supervivencia de las plantas va estrechamente ligada a un desarrollo radical óptimo, para alcanzar sin obstáculo los horizontes profundos y crear unas condiciones adecuadas de infiltración, especialmente en los terrenos más áridos.

El tratamiento de la vegetación fuera de las líneas de plantación, deberá siempre favorecer el establecimiento de una futura cubierta vegetal y puede ser de diferente naturaleza: a) siembra de pratenses (antes o después de plantar); b) siegas mecánicas, para favorecer la instalación progresiva de especies más interesantes desde el punto de vista de una menor competencia y futuros aprovechamiento ganaderos; c) aplicación selectiva de herbicidas, a fin de favorecer la instalación de especies de mayor interés; d) aprovechamiento ganadero, cuando la vegetación reúna condiciones para llevarlo a cabo; y e) combinación de los sistemas anteriores y labores esporádicos, que será el sistema idóneo para la mayor parte de los casos.

Postplantación.

Actuaciones en las líneas de plantación. Una vez hecha la plantación, las líneas se deberán mantener limpias de hierba. Se podrán emplear diferentes técnicas de mantenimiento: herbicidas, no-laboreo todo el año, laboreo y escarda, o combinaciones de las anteriores. Con el paso de los años y a medida que se desarrollen los plantones, las intervenciones se reducirán progresivamente hasta abocar en un mantenimiento óptimo a base de ganado (o aprovechamiento cinegético) y eliminación de la vegetación no deseada. Es deseable una evolución progresiva de la vegetación hacia estructuras de naturaleza forestal que podría ser objeto o no de aprovechamiento directo (por ejemplo, ganado) o indirectos (por ejemplo, regulación del régimen hidrológico).

Figura 8. Técnicas de mantenimiento de suelo en una explotación Tipo cereal poco productivo.



Actuaciones en las calles de la plantación. Serán prácticamente las mismas que se han descrito en preplantación. La composición florística determinará en cada ciclo vegetativo las medidas más aconsejables. En cualquier caso, y puesto que en los primeros años de la plantación es cuando la vegetación espontánea será más agresiva (flora de los cultivos anteriores), un sistema de mantenimiento que resulta de fácil ejecución para el agricultor es realizar una siembra de un cultivo como cereal (por ejemplo, cebada) y/o leguminosa (por ejemplo, veza). Posteriormente se realiza una aplicación de herbicida o siega mecánica (aproximadamente en el momento del encañado del cereal o floración de la leguminosa), dejando los restos secos sobre el suelo, para así favorecer el enriquecimiento del suelo y protegerlo de la erosión. De esta forma se limita la competencia de la siembra con los árboles, se limita el desarrollo de poblaciones de especies agresivas, y, como se realiza en franjas, se limita el riesgo de incendio. Un esquema de estas actuaciones se indican en la Figura 8.

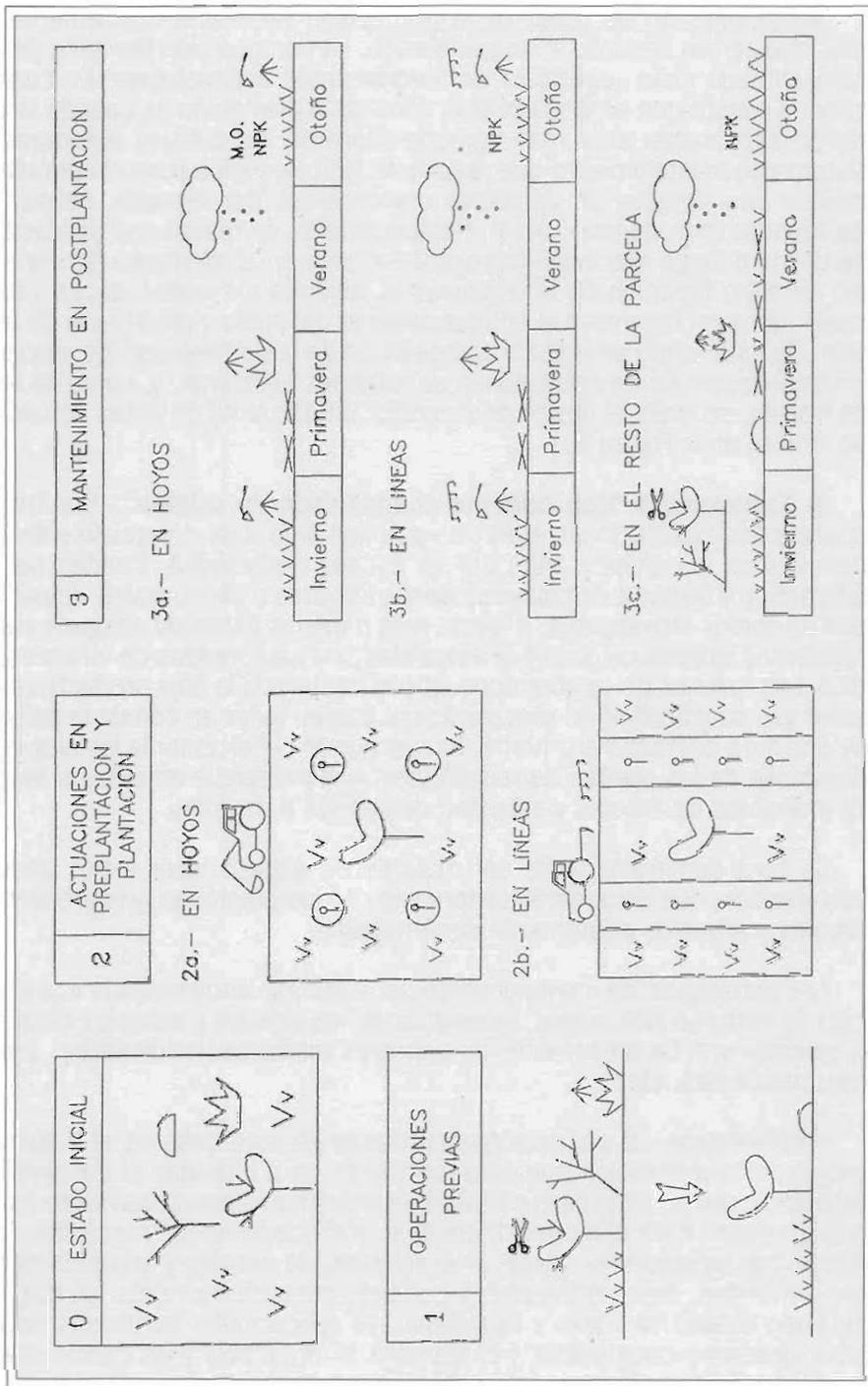
3. Explotación "tipo cultivos abandonados o eriales".- Son muy frecuentes las explotaciones agrícolas que han sido total o parcialmente abandonadas en los últimos años por su escasa rentabilidad. Pueden ser muy diferentes, y tratarse de cultivos leñosos (olivares o almendrales viejos) situados en suelos erosionados, o fincas más o menos llanas de antiguos cultivos herbáceos extensivos que en la actualidad son pastoreados de forma esporádica. Las razones de su abandono es con frecuencia la baja productividad del suelo y/o su dificultad de mecanización. Suelen tener en común la presencia de una flora de matorral o herbácea que puede condicionar la instalación y el desarrollo de las plantas de repoblación; y la presencia en cultivos leñosos, de individuos de árboles y arbustos decrepitos o muertos.

La flora dominante suele ser matorral de escaso valor y alto poder de colonización, que competirá fuertemente con los plantones, y la presencia de árboles y arbustos pobremente desarrollados.

Las estrategias de mantenimiento del suelo irán encaminadas a la eliminación de matorral indeseable, eliminación de los árboles y arbustos decrepitos o muertos y al favorecimiento de especies melíferas, medicinales, aromáticas, pascícolas, etc.

Preplantación. La acción más importante en este caso es el tratamiento previo de la vegetación que posteriormente va a dificultar el desarrollo del arbolado y que no tiene ningún interés para un futuro aprovechamiento a medio o largo plazo. Para ello pueden emplearse procedimientos mecánicos o químicos. Las actuaciones serán: a) el arranque de árboles y arbustos decrepitos o muertos, dejando intactos y podando convenientemente los que estén en buen estado sanitario y vegetativo; b) aplicaciones herbicidas sobre la flora agresiva y competitiva; y c) siembra, si es factible y las condiciones del suelo lo permiten, de especies cultivadas que proporcionen cobertura y mejo-

Figura 9. Técnicas de mantenimiento de suelo en una explotación Tipo erial o cultivo abandonado.



ren el suelo (pratenses-pascícolas principalmente), y posteriormente compactan y limiten el desarrollo de plantas indeseables.

La pendiente del terreno va a condicionar la posible mecanización de las operaciones. En suelos con pendiente elevada se realizarán principalmente ahoyados (retroexcavadora) o preparaciones lineales por curvas de nivel (subsolados o acaballonados) o ahoyados (retroexcavadoras) y se mantendrán los ruedos o líneas limpias de hierbas. En los suelos de escasa pendiente se mantendrán líneas de plantación limpias de vegetación.

Postplantación. El objetivo final de la plantación en estos terrenos es la sustitución de un matorral no aprovechable por una vegetación a base de especies herbáceas y leñosos que proporcionen algún beneficio: ganadería, control del régimen hidrológico, etc.

Por ello, las principales actuaciones irán encaminadas a eliminar la vegetación indeseable: a) los árboles y arbustos que pudieran ir entrando en decrepitud como consecuencia del abandono del cultivo; b) los rebrotes de especies agresivas se controlarán mediante labores, aplicaciones de herbicidas o pastoreo. Este último procedimiento es más aconsejable, pero, evidentemente la presencia de ganado obligará a tomar medidas de protección de los plantones.

En aquellos suelos que lo permitan será conveniente sembrar y conservar especies pascícolas que permitan un aprovechamiento ganadero y realizar un mantenimiento de la plantación semejante a la explotación tipo adhesado o al del *tipo cultivo cerealista*. El desarrollo de esta vegetación será un procedimiento indirecto para limitar el desarrollo del matorral no deseado. Por el contrario aquellas especies deseables que vayan estableciéndose de forma natural (principalmente matorrales y arbustos), deben protegerse y apoyarse, dándoseles los cuidados culturales adecuados si las condiciones particulares de la explotación lo permiten (realces, tubos protectores, resalvos, etc.). En algunos casos (por ejemplo, olivar marginal en entornos forestales), esta evolución puede ser muy rápida y de resultados de extraordinario valor ambiental.

Cuando los suelos estén muy erosionados y empobrecidos, la presencia de ganado puede ser contraproducente porque limitará el escaso desarrollo de vegetación espontánea y el suelo quedará aún más desprovisto de cobertura y expuesto a mayores riesgos de erosión (por ejemplo, almendrales en zonas muy áridas). En este caso el mantenimiento de suelo puede ser bastante simple y limitarse exclusivamente a la limpieza de los ruedos del plantón mediante escarda o aplicación de herbicidas selectivos y puntualmente a la eliminación de algún rodal de matorral. Si las condiciones de pluviometría lo permiten, será de gran interés hacer un abonado a toda la superficie que favorezca el desarrollo de vegetación espontánea, que en muchos casos será la única medida eficaz para reducir los riesgos de erosión.

Las actuaciones expuestas anteriormente se sintetizan en la Figura 9.

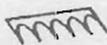
	Plantación		Preparación por hoyos
	Malas hierbas		Preparación por subsolado
	Vegetación espontánea pascícola-pratense		Aplicación de herbicidas
	Cereal		Aplicación localizada de herbicida sobre matorral
	Especies sembradas		Laboreo poco profundo
	Matorral deseable		Escarda manual
	Matorral indeseable		Siembra
	Árbol sano		Poda
	Árbol decrepito		Siega mecánica
	Árbol decrepito tras la poda		Aprovechamiento ganadero
	Árbol muerto	M.O.	Estercolado
	Restos secos de vegetación	NPK	Abonado mineral
			Lluvia

Figura 10. Leyenda de las figuras 7, 8 y 9.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, J. 1994. Control de la erosión en cultivos leñosos con cubiertas vegetales vivas. Tesis Doctoral. ETSIAM, Universidad de Córdoba.

DOESCHER, P.S., TESH, S.D. & ALEJANDRO-CASTRO, M. 1987. Livestock grazing: a silvicultural tool for plantation establishment. *Journal of Forestry* 85 (10): 29-37. (11)

GIL ALBERT, F. 1991. Tratado de arboricultura frutal. Vol. V. Técnicas de mantenimiento del suelo en plantaciones frutales. MAPA. Mundi-Prensa.

GIRÁLDEZ, J.V., GONZÁLEZ, P. y FERERES E. (1990) Conservación agrícola de suelos y aguas. Jornadas Técnicas sobre el agua y el suelo, laboreo de conservación. Colección Congresos y Jornadas nº 17/1990. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

GOLABI, M.H. et al., 1995. Macropore effects in conventional tillage and no-tillage soils. *J. Soil and Water Conservation* 50: 205-210.

GLOVER, G.R., CREIGHTON, J.L. & GJERSTAD, D.H. 1989. Herbaceous weed control increases loblolly pine growth for twelve years. *Journal of Forestry* 87 (2): (47-50).

GUPTA, G. 1991. Effects of mulching and fertilizer application on initial development of some tree species. *Forest Ecology and Management* N° 44 : (211-221).

JIMÉNEZ, M. & CABEZUELO, P. 1995. Evaluación de la fitotoxicidad de herbicidas sobre plántulas de *Quercus rotundifolia* Lam. (Encina). Congreso 1995 de la Sociedad Española de Malherbología : (225-228).

KLICHEMANN, J & BRAVO, F. 1993. Experiencias en repoblaciones con placas de mulch en la comarca del Cerrato Palentino : resultados preliminares. *Actas I Congreso Forestal Español Tomo II* : (427-431).

LÓPEZ-CUERVO, S. (1990). La erosión en los suelos agrícolas y forestales de Andalucía. Jornadas Técnicas sobre el agua y el suelo, laboreo de conservación. Colección Congresos y Jornadas nº 17/1990. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

LOWERY, R.F. & GJERSTAD, D.H. 1991. Chemical and mechanical site preparation. En: Duryea, M.L. & Dougherty, P.M. (Eds.) *Forest regeneration manual*: (251-261).

MAPA, 1995. Registro de productos fitosanitarios. Subdirección General de Sanidad Vegetal. Madrid.

MARTÍNEZ, A. y FRANCIA, J.R. (1997). Efecto de los sistemas de laboreo en la erosión y escorrentía. En García Torres L., González Fernández (eds). *Agricultura de Conservación: Fundamentos Agronómicos, Medioambientales y Económicos*. AELC/SV. Córdoba.

- NAVARRO, R.M. & MARTINEZ, A. 1996. Forestación en explotaciones agrarias. Consejería de Agricultura y Pesca.
- PASTOR, M. 1990. El no laboreo y otros sistemas de laboreo reducido en el cultivo de olivar. Comunicaciones agrarias. Serie Producción vegetal nº 8. Consejería de Agricultura y Pesca.
- PASTOR, M., CASTRO, J., HUMANES, M.D. y M. SAAVEDRA. (1997). La erosión y el olivar: Cultivo con cubierta vegetal. Comunicaciones I+D agroalimentaria 22/97. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- PIMENTEL D, C. HARVEY, P. RESOSUDARMO, K. SINCLAIR, D. KURST, M. MCNAIR, S. CRIST, L. SHPRITZ, L. FITTON., R. SAFFOURI y R. BLAIR. (1995). Environmental and Economic Cost of soil Erosion and conservation Benefits. *Science*, 267, 1117-1123.
- PUJADAS-SALVA, A. 1986. Flora arvense y radical de la provincia de Córdoba. Tesis Doctoral. ETSIA, Universidad de Córdoba.
- SAAVEDRA, M. 1994. Diversidad de flora en olivar y manejo de herbicidas. *Phytoma*, España, 63: 74-79.
- SAAVEDRA, M. Y NATERA, C. 1995. Effects of different floor management systems on almond yield in an arid region. *Adv. Hort. Sci.*, 9: 122-129.
- WALSTAD, J.D. & KUCH, P.J. 1987 (Eds.) Forest vegetation management for conifer production. John Wiley & Sons, New York. 523 pp.
- WILLIAMS, D.R. 1992. Establishing farm woodlands. Forestry Commission. Handbook nº 4. HMSO. London.



AELCSV

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA LABOREO
DE CONSERVACIÓN/SUELOS VIVOS



PROYECTO 96-E-338